



TESIS - RE142551

## Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Daniel Wicaksono  
3315 202 001

DOSEN PEMBIMBING  
Dr.Ir. Agus Slamet, MSc

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SANITASI LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017



TESIS - RE142551

# THE STRATEGY OF DOMESTIC WASTEWATER MANAGEMENT SYSTEM IN KENJERAN SURABAYA

Daniel Wicaksono  
3315 202 001

SUPERVISOR  
Dr.Ir. Agus Slamet, MSc

MASTER PROGRAM  
DEPARTMENT OF ENVIROMENTAL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017

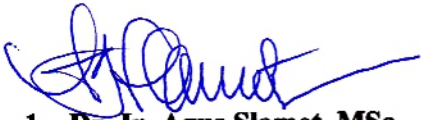
Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
**Magister Teknik (M.T.)**  
di  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**DANIEL WICAKSONO**  
NRP. 3315 202 001

Tanggal Ujian : 18 Juli 2017  
Periode Wisuda : September 2017

**Disetujui Oleh :**



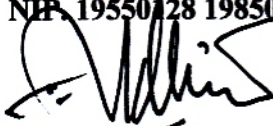
1. **Dr. Ir. Agus Slamet, MSc**  
NIP. 19590811 198701 1 001

(Pembimbing)



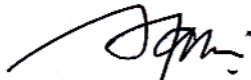
2. **Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.**  
NIP. 19550128 198503 2 001

(Penguji)



3. **Adhi Yuniarto, ST., MT., Ph.D.**  
NIP. 19730601 200003 1 001

(Penguji)



4. **Harmin Sulistiyaning Titah., ST., MT., Ph.D.**  
NIP. 19750523 200212 2 001

(Penguji)

**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Dekan**



**Ir. Purwanita Setihanti, M.Sc., Ph.D**  
NIP. 19590427 198503 2 001

## **STRATEGI PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI KECAMATAN KENJERAN KOTA SURABAYA**

Nama : Daniel Wicaksono  
NRP : 3315 202 001  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Agus Slamet. MSc

### **ABSTRAK**

Berdasarkan Studi EHRA Kota Surabaya Tahun 2012, Kecamatan Kenjeran merupakan kecamatan beresiko tinggi rawan sanitasi karena pencemaran air limbah dan perilaku Buang Air Besar Sembarangan (BABS). Kecamatan Kenjeran memiliki 4 Kelurahan yakni Kelurahan Bulak Banteng, Kelurahan Tanah Kali Kedinding, Kelurahan Tambak Wedi dan Kelurahan Sidotopo Wetan. Sistem pengelolaan air limbah domestik direncanakan mengolah *black water* dan *grey water* di 4 Kelurahan. Kecamatan Kenjeran memiliki daerah BABS yang berada di Kelurahan Bulak Banteng, Kelurahan Tambak Wedi dan Kelurahan Tanah Kali Kedinding

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus di Kecamatan Kenjeran. Kajian aspek teknis dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan sarana prasarana berdasarkan volume air limbah domestik yang dihasilkan. Pada aspek finansial, dilakukan kajian aspek kelayakan investasi pengelolaan air limbah domestik. Analisis SWOT digunakan untuk menilai kinerja dan mendapatkan strategi peningkatan peran serta masyarakat.

Penanganan sanitasi air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran dapat dilakukan dengan merencanakan IPAL sistem Komunal di 4 Kelurahan. Direncanakan terdapat IPAL Komunal sebanyak 80 unit dengan cakupan pelayanan masing –masing 75 – 100 KK menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor*. Sebuah contoh perencanaan IPAL Komunal beserta sistem perpipaan untuk 100 sambungan rumah dilakukan di Dukuh Bulak Banteng Kelurahan Bulak Banteng untuk menangani perilaku BABS. Biaya investasi IPAL Dukuh Bulak Banteng membutuhkan Rp 341.282.000. Biaya operasional per bulan yang diperlukan dalam pengelolaan IPAL sebesar Rp 504.000. Berdasarkan hasil survey, masyarakat bersedia untuk terlibat dalam pembangunan IPAL serta pemeliharaannya. Unit



pengelola IPAL Komunal dalam hal ini sebagai Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara perlu dibentuk agar pengoperasian dan pemeliharaan IPAL dapat berjalan secara berkesinambungan.

Kata Kunci : air limbah domestik, *Anaerobic Baffle Reactor*, Analisa SWOT

## **The Strategy Of Domestic Wastewater Management In Kenjeran Surabaya**

Name : Daniel Wicaksono  
NRP : 3315 202 001  
Supervisor : Dr. Ir. Agus Slamet. MSc

### **ABSTRAK**

Kenjeran is one of district in Surabaya with high risk sanitation based on EHRA Surabaya 2012. Kenjeran has 4 (four) sub districts consist of Bulak Banteng, Tanah Kali Kedinding, Sidotopo Wetan and Tambak Wedi, The domestic wastewater management system was designed to treat black water and grey water in 4 (four) sub-districts. Bulak Banteng, Tanah Kali Kedinding, Sidotopo Wetan and Tambak Wedi in Kenjeran has identified as areas where open defecation still happened.

The research is descriptive study using field survey, interview, and comparison existing condition with standarts and regulations. The technical aspect study is conducted by analyzing the needs of wastewater infrastructure facilities, based on the volume domestic wastewater. In the financial aspect, it will assessment of the investment of wastewater treatment system. The SWOT analysis is used to the performance and strategies to increase community participation,

80 (eighty) Communal Sewage Treatment Plant (STP) were designed to solve domestic wastewater handling in 4 (four) subdistrict. Each of 80 (eighty) STP designed to cover 75 – 100 households. The domestic wastewater treatment plant using Anaerobic Baffled Reactor Technology. An example of STP with the sewerage for 100 (one hundred) households was designed in Dukuh Bulak Banteng to overcome an open defecation condition. The investment cost of Communal STP is IDR 341.282.000 and the operational cost is IDR 504.000 per month. Based on survey, the community is enthusiastic to participate in construction of STP also the maintenance of it. An unit from local community need to be established, trained and guided to do sustainable operation and maintenance of STP.

Keyword : domestic wastewater, *Anaerobic Baffle Reactor*, SWOT Analysis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, rejeki dan tuntunanNya, sehingga penyusunan Tesis “**Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya**” dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini, penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Ir. Agus Slamet, M.Sc., selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya dalam penyusunan disertasi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc., Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE.,MSc., Ph.D, Harmin Sulistyaningsih Titah, ST., MT., Ph.D., Adhi Yuniarto, ST., MT., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Para Dosen pada program studi Magister Teknik Sanitasi Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang memberikan berbagai ilmu pengetahuan dan pengalaman kepada penulis
4. Segenap karyawan Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS
5. Teman-teman mahasiswa Program studi Magister Teknik Sanitasi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS, atas segala bantuan, kritik dan sarannya.
6. Seluruh anggota keluarga atas doa dan motivasinya.

Penyusun berusaha menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan sebaik-baiknya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, semoga penyusunan tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak di masa kini dan yang akan datang.

Surabaya, 20 Juni 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR PUSTAKAp.....</b>	<b>XIII</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>XV</b>

<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
<b>BAB II Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>5</b>
2.1. Air Limbah .....	5
2.1.1. Definisi.....	5
2.1.2 Karateristik Air Limbah Domestik .....	5
2.2. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik .....	6
2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Pengelolaan Air Limbah .....	6
2.3.1. Demografi .....	6
2.3.2. Ekonomi.....	7
2.3.2.1. Aliran Kas dalam Investasi.....	7
2.3.2.2. Metode Penilaian Investasi.....	8
2.3.3. Peran Serta Masyarakat.....	10
2.3.4. Teknis.....	10

2.4.	Teknologi Pengolahan Air Limbah Permukiman .....	12
2.4.1.	Tangki Septik .....	12
2.4.2.	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i> .....	12
2.5.	Teknologi Sistem Perpipaan Air Limbah .....	15
2.6.	Analisis SWOT .....	17
2.7.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	19
2.7.1.	Kondisi Geografis dan Administrasi .....	20
2.7.2.	Kondisi Klimatologi dan Hidrologi .....	21
2.8.	Kependudukan .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1.	Umum .....	23
3.2.	Tahapan Penelitian .....	23
3.2.1.	Pengumpulan Data .....	25
3.2.2.	Pengolahan dan Analisis Data .....	26
3.2.3.	Aspek Teknis .....	26
3.2.4.	Aspek Pembiayaan .....	27
3.2.5.	Aspek Peran Serta Masyarakat .....	28
3.3.	Konsep Strategi .....	29
3.4.	Kesimpulan Dan Saran .....	29
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>30</b>
4.1.	Kepadatan Penduduk Menurut Luas Lahan Terbangun .....	31
4.2.	Sumber Penghasil Limbah Domestik .....	32
4.2.1.	Lumpur Tinja .....	32
4.2.2.	Perhitungan Limbah <i>Grey Water</i> .....	33
4.3.	Perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik .....	34
4.3.1.	Penetapan Pelayanan IPAL Komunal .....	36
4.3.2.	Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik .....	40
4.3.3.	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Kenjeran .....	42
4.3.4.	Perhitungan Sistem Penyaluran Air Limbah .....	48
4.3.5.	Perhitungan IPAL ABR .....	51
4.3.5.1	Desain Bak Kompartemen .....	51

4.3.5.2 Perhitungan Produksi Lumpur.....	54
4.3.5.3 Perhitungan Pipa Inlet dan Pipa Outlet Pada ABR .....	60
4.3.6. Perhitungan Penanaman Pipa.....	60
4.4. Aspek Finansial	
4.4.1 Analisis BOQ Kebutuhan Pipa .....	63
4.4.2 Rencana Anggaran Biaya.....	67
4.4.3 Biaya Operasional dan Pemeliharaan IPAL .....	71
4.4.4. Analisa Manfaat Biaya.....	72
4.4.5 Sumber Pendanaan.....	74
4.5. Analisa Peran Serta Masyarakat.....	75
4.5.1. Identitas Responden.....	77
4.5.2. Kesiapan Mengelola IPAL.....	78
4.5.3. Kesiapan Masyarakat Membayar Retribusi IPAL .....	80
4.5.4. Pembentukan Struktur Kelembagaan Pengelola.....	81
4.5.5 Manfaat Sosial Dari Pengelolaan IPAL.....	83
4.6 Analisa SWOT .....	84
4.7 Contoh Usulan Penerapan Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Bulak Banteng.....	91
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha/dan Kegiatan Domestik.....	11
Tabel 2.2 Desain Kriteria ABR.....	14
Tabel 2.3 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk.....	21
Tabel 2.4 Pembagian Umur Penduduk .....	22
Tabel 3.1 Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data dari Aspek Teknis.....	27
Tabel 3.2 Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data dari Aspek Pembiayaan.....	27
Tabel 3.3 Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data dari Aspek Peran Serta Masyarakat.....	28
Tabel 4.1. Kepadatan Penduduk di Tiap Kelurahan .....	30
Tabel 4.2. Jumlah Penduduk Kecamatan Kenjeran Tahun 2013-2016.....	30
Tabel 4.3 Volume Timbulan Tinja .....	32
Tabel 4.4. Total Berat Padatan Tinja .....	32
Tabel 4.5. Debit Air Limbah Kecamatan Kenjeran.....	31
Tabel 4.6. Lokasi Rencana Pembangunan IPAL Perpipaan di Kecamatan Kenjeran .....	37
Tabel 4.7. Hasil Uji Kualitas Air Limbah Domestik di Kecamatan Kenjeran .....	40
Tabel 4.8 Alternatif Pemilihan Teknologi IPAL .....	41
Tabel 4.9. Proses Pengolahan Air Limbah Domestik.....	47
Tabel 4.10. Perhitungan Debit Pipa Air Limbah di Stren Kali Tebu.....	49
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Limbah.....	50
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Kecepatan Minimum Pipa Air Limbah.....	50
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Lumpur Di Tiap Kompartemen Selama 2 Tahun .....	57
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Penanaman Pipa.....	62
Tabel 4.15. Jumlah Kebutuhan Pipa Duku Bulak Banteng .....	63
Tabel 4.16 Dimensi Saluran yang direncanakan .....	63
Tabel 4.17 Dimensi Galian Yang Terpakai .....	64
Tabel 4.18 Perhitungan BOQ Galian Saluran Pipa.....	66
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Manhole .....	67
Tabel 4.20 Pekerjaan Biaya Pengadaan Pipa Lateral dan Pipa Persil .....	68
Tabel 4.21 Perhitungan Biaya Pengadaan dan Pemasangan Pipa .....	68
Tabel 4.22 Perhitungan Biaya Pengadaan Manhole .....	69
Tabel 4.23 Pekerjaan Pembangunan Sumur Pengumpul.....	69
Tabel 4.24 Pekerjaan IPAL ABR .....	70

Tabel 4.25 Investasi Rekapitulasi Rencana Pengelolaan Air Limbah Domestik .....	71
Tabel 4.26 Rincian Biaya Operasional .....	71
Tabel 4.27 Perhitungan NPV .....	73
Tabel 4.28 Pembobotan Faktor Internal .....	87
Tabel 4.29 Pembobotan Faktor Eksternal.....	88
Tabel 4.30 Analisis Matriks Strategi SWOT .....	90



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Tipikal Anaerobic Baffle Reactor .....	14
Gambar 2.2 Pola Analisis SWOT .....	16
Gambar 2.3 Peta Lokasi Kecamatan Kenjeran .....	18
Gambar 2.4 Grafik Persentase Pembagian Umur Penduduk Kenjeran Tahun 2016 .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 4.1 Citra Satelit Kondisi Kecamatan Kenjeran .....	31
Gambar 4.2 Peta Rencana Pola Ruang Kota Surabaya.....	31
Gambar 4.3 Diagram Kepemilikan Jamban.....	34
Gambar 4.4 Diagram Kepemilikan Jamban dan Tangki Septik Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya .....	35
Gambar 4.5 Diagram Perawatan Tangki Septik Kecamatan Kenjeran.....	35
Gambar 4.6 Diagram Penanganan <i>Grey Water</i> .....	35
Gambar 4.7 Peta Lokasi Perencanaan IPAL Dukuh Bulak Banteng.....	43
Gambar 4.8 Faktor Reduksi COD pada <i>Settler</i> .....	44
Gambar 4.9 Faktor Rasio Reduksi BOD pada <i>Settler</i> .....	44
Gambar 4.10 Faktor Reduksi BOD dengan Konsentrasi BODin .....	45
Gambar 4.11 Faktor Reduksi COD berdasarkan suhu.....	45
Gambar 4.12 Persentase Reduksi COD berdasarkan HRT .....	46
Gambar 4.13 Persentase Reduksi TSS dan BOD di Bak Pengendap .....	55
Gambar 4.14 Faktor Reduksi Volume Lumpur Selama Penyimpanan.....	55
Gambar 4.15 Persentase Reduksi BOD dan TSS di Kompartemen .....	56
Gambar 4.16 Detail IPAL ABR.....	58
Gambar 4.17 Detail Potongan ABR .....	59
Gambar 4.18 Bentuk tipikal Galian Pipa Air Limbah .....	63
Gambar 4.19 Persentase Jenis Kelamin Identitas Responden .....	77
Gambar 4.20 Persentase Mata Pencarian Responden .....	78
Gambar 4.21 Tingkat Penghasilan Per Bulan Responden .....	78
Gambar 4.22 Persetujuan Masyarakat dalam Pembangunan IPAL Komunal .....	79
Gambar 4.23 Kesiediaan Masyarakat dalam Operasional IPAL .....	79
Gambar 4.24 Tingkat Penghasilan Masyarakat .....	80
Gambar 4.25 Persentase Kemampuan Masyarakat Membayar Retribusi.....	80
Gambar 4.26. Pembentukan Struktur Organisasi Pengelola.....	82
Gambar 4.27. Hasil Analisa SWOT di Kuadran II .....	89

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Masalah sanitasi di wilayah perkotaan merupakan isu yang menjadi perhatian saat ini. Selain permasalahannya yang kompleks, sanitasi lingkungan berperan dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Sanitasi lingkungan terkait dengan peningkatan kebersihan/higienis dan pencegahan penyakit yang berhubungan dengan faktor-faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang berkaitan dengan sanitasi termasuk penanganan air limbah rumah tangga yang berasal dari mandi, cuci, dan limbah tinja dari kloset

Memasuki tahun 2015, Pemerintah Indonesia akan memasuki periode RPJMN baru 2015-2019 yang menetapkan target baru yaitu 100% (universal access) akses sanitasi layak di akhir tahun 2019 yang berupa 100% pemenuhan layanan air bersih/minum, 0% kawasan kumuh dan 100% layanan sanitasi dasar. Dalam upaya untuk mencapai target tersebut dirasakan pentingnya memiliki strategi sanitasi yang berkelanjutan.

Kota Surabaya sebagai kota metropolis yang sekaligus ibukota provinsi Jawa Timur terdiri dari 31 kecamatan yang memiliki jumlah penduduk sebesar 2.977.520 jiwa (Dispendukcapil Kota Surabaya, 2016). Berdasarkan studi EHRA Kota Surabaya, area yang beresiko tinggi rawan sanitasi berada di kecamatan Kenjeran, Surabaya Utara. Kecamatan Kenjeran memiliki 4 (empat) kelurahan yakni Kelurahan Tanah Kali Kedinding, Kelurahan Sidotopo Wetan, Kelurahan Bulak Banteng, Kelurahan Tambak Wedi. Warga Kecamatan Kenjeran yang masih melakukan buang air besar sembarangan terdapat pada Kelurahan Tambak Wedi, Kelurahan Bulak Banteng dan Kelurahan Tanah Kali Kedinding.

Pembangunan infrastruktur air limbah dan edukasi peduli sanitasi ke masyarakat merupakan salah satu upaya untuk mengelola air limbah kecamatan Kenjeran. Pembangunan ini akan memberi dampak positif bila disertai dengan

strategi yang tepat. Pada penelitian ini akan diidentifikasi strategi yang sesuai untuk pengelolaan air limbah domestik di kecamatan Kenjeran. Analisis strategi pengelolaan air limbah domestik dikaji berdasarkan aspek teknis, sosial dan finansial.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Adapun perumusan permasalahan yang dikaji berdasarkan latar belakang tersebut adalah

- a. Bagaimana pengelolaan air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran ditinjau dari aspek teknis, aspek pembiayaan dan aspek sosial.
- b. Seberapa besar tingkat kepedulian dan kemampuan masyarakat dalam pengelolaan air limbah domestik di lingkungannya.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dari permasalahan-permasalahan tersebut adalah :

- a. Mengkaji strategi dalam pengelolaan air limbah domestik yang sesuai dengan kondisi kecamatan Kenjeran
- b. Mengkaji tingkat kesadaran dan peran masyarakat dalam pengelolaan air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan kepada pihak terkait tentang strategi yang dapat digunakan untuk mengelola air limbah domestik dengan sistem pengelolaan air limbah yang berkelanjutan.

## **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Agar penelitian ini dapat mencapai tujuan yang diharapkan, maka perlu dilakukan ruang lingkup penelitian. Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah

1. Lokasi penelitian adalah permukiman warga kecamatan Kenjeran
2. Air limbah domestik dalam kawasan permukiman masyarakat berpenghasilan rendah

3. Aspek yang ditinjau adalah aspek teknis, aspek peran serta masyarakat dan aspek finansial
4. Contoh penerapan strategi dilakukan di Kelurahan Bulak Banteng.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

##### **2.1.1 Definisi**

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 menjelaskan bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (real estate), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Air limbah domestik terdiri dari *black water* (tinja dan urine) dan *grey water* (buangan dapur, mandi, cuci, detergen). *Black water* mengandung organisme pathogen penyebab pathogen.

##### **2.1.2 Karakteristik Air Limbah Domestik**

Karakteristik air limbah domestik dibagi dalam 3 parameter yang terdiri dari:

a. Parameter Fisika

Sifat fisika air limbah dipengaruhi oleh suhu, pH, warna, bau, total zat padat dan total zat tersuspensi. Suhu dipengaruhi oleh reaksi kimia dan aktivikasi biologi sedangkan padatan seperti TSS (*Total Suspended Solid*) dan VSS (*Volatile Suspended Solid*) dipengaruhi oleh operasi pengolahan.

b. Parameter Biologi

Jenis mikroorganisme yang didapat dalam air limbah diantaranya bakteri, protozoa, fungi dan virus. Sebagian besar bakteri memiliki kemampuan untuk mengolah air limbah yang merupakan keunggulan untuk proses pengolahan air limbah dengan cara biologis.

c. Parameter Kimia

Air limbah mengandung material organik dan anorganik. Zat organik terdiri dari karbohidrat, protein lemak, surfaktan, pestisida dan bahan lainnya. Zat anorganik mengandung logam berat, pH, alkalinitas, chloride, dan lain-lain.

Kualitas air limbah dapat diukur dengan jumlah kandungan fisik (temperatur, warna, kekeruhan, total zat padat), kimia (BOD<sub>5</sub>, COD, minyak dan lemak), dan mikrobiologi (Tchobanoglous, dkk, 1991).

## **2.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik**

Sistem pengolahan air limbah menurut Metcalf and Eddy (2004) terdiri dari sistem pengumpul, sistem transmisi dan sistem pengolahan. Sistem pengelolaan air limbah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

### **1. Pengolahan Sistem Setempat**

Pengolahan sistem setempat merupakan sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada dalam persil atau batas tanah yang dimiliki. Fasilitas ini umumnya berupa tangki septik atau cubluk.

Sedangkan tinja dari tangki septik akan diangkut menggunakan truk penyedot tinja dan diolah di IPLT (Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja).

### **2. Pengolahan Sistem Terpusat**

Pengolahan sistem terpusat merupakan sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada di luar persil yang menggunakan perpipaan air limbah dari permukiman secara bersamaan dan kemudian dialirkan ke IPAL.

Pengolahan sistem terpusat ini diterapkan sebagai solusi sanitasi di daerah yang memiliki keterbatasan lahan dan ruang akibat tingginya kepadatan penduduk. Pengaliran air limbah bisa berupa penyaluran konvensional, *small bore sewer* ataupun *shallow bore sewer*.

## **2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Pengelolaan Air Limbah**

### **2.3.1. Demografi**

Tiap perkotaan mempunyai kawasan dalam bentuk cluster dengan kepadatan penduduk dan kondisi sosial yang berbeda. Sehingga terdapat sebagian masyarakat yang dapat memiliki sarana tangki septik sedangkan sebagian lainnya hanya mampu memiliki cubluk. Tingkat kepadatan penduduk yang biasa digunakan dalam perencanaan sistem pengelolaan air limbah adalah:

- Kepadatan tinggi < 300 jiwa/ha

- Kepadatan sedang 100 – 300 jiwa/ha
- Kepadatan rendah < 100 jiwa/ha

Kepadatan penduduk > 300 jiwa/ha penggunaan tangki septic dengan sumur resapan berpotensi menimbulkan kontaminasi bakteri koli pada tanah dan air tanah. Sistem pengelolaan air limbah skala komunal dan/atau kawasan lebih ekonomis dan efisien dalam cakupan pelayanan daerah padat penduduk. Secara umum arahan strategi penanganan Sistem Pengelolaan Air Limbah (SPAL) adalah sebagai berikut:

- Kadar ppm BOD badan air yang akan diturunkan
- Pemilihan kawasan padat penduduk yang perlu diterapkan dengan SPAL tersebut
- Penentuan skala penanganan berdasarkan pertimbangan ekonomis dan tetapkan jenis SPAL yang akan digunakan untuk kawasan padat penduduk.

### **2.3.2. Ekonomi**

Aspek ekonomi memiliki peranan penting dalam penentuan SPAL yang akan digunakan. Uraian terpenting pada aspek ini adalah aspek kelayakan secara ekonomis. Teknologi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang digunakan untuk mencapai biaya efektif bergantung pada capaian tingkat objektivitas.

#### **2.3.2.1. Aliran Kas dalam Investasi**

Keputusan investasi yang dilakukan akan menentukan apakah suatu investasi layak untuk dilaksanakan atau tidak dan alternatif investasi mana yang lebih baik diambil jika ada beberapa investasi. Pengambilan keputusan tersebut mempertimbangkan aliran kas keluar dan aliran kas masuk. Ada 3 jenis aliran kas dalam investasi yakni *initial cashflow*, *operational cashflow* dan *terminal cashflow*.

- ***Initial Cashflow***

Merupakan aliran kas yang berhubungan dengan pengeluaran kas pertama kali untuk keperluan suatu investasi. Aliran kas tersebut misalnya harga pembelian mesin, pembangunan pabrik, pembelian tanah dan investasi aktiva lainnya.



- ***Operasional cashflow***

Merupakan aliran kas yang terjadi selama umur investasi. Aliran kas ini berasal dari pendapatan yang diperoleh dikurangi dengan biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan. Operational cashflow ini biasanya diterima setiap tahun selama umur ekonomis investasi berupa aliran kas masuk bersih yang juga disebut *Proceeds*. Nilai *Proceeds* dapat berupa laba setelah pajak ditambah depresiasi. Dana yang digunakan untuk investasi aktiva tetap dapat berasal dari modal hutang dan/atau modal sendiri. Perbedaan sumber modal investasi tersebut mempengaruhi perhitungan proceeds investasi yang bersangkutan. Perhitungan proceeds dari kedua sumber modal tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan nilai proceeds bila investasi menggunakan modal sendiri

$$\text{Proceeds} = \text{Laba Bersih setelah Pajak} + \text{Depresiasi}$$

- b. Perhitungan nilai proceeds bila investasi menggunakan modal sendiri dan hutang

$$\text{Proceeds} = \text{Laba Bersih setelah Pajak} + \text{Depresiasi} + \text{Bunga}$$

- ***Terminal Cashflow***

Merupakan aliran kas masuk yang diterima sebagai akibat habisnya umur ekonomis suatu proyek investasi. Terminal Cashflow akan diperoleh pada akhir umur ekonomis suatu proyek investasi. Terminal Cashflow didapatkan dari nilai sisa dari aktiva dan modal kerja yang digunakan untuk investasi. Nilai residu investasi merupakan nilai buku aktiva yang bersangkutan. Besarnya nilai residu sangat penting dalam perhitungan biaya depresiasi dan aliran kas masuk perusahaan.

#### **2.3.2.2. Metode Penilaian Investasi**

Pengambilan keputusan dari suatu investasi perlu dilakukan penilaian kelayakan dengan berpedoman pada beberapa kriteria investasi yang tersedia antara lain:

- a. ***Payback Method***

Periode payback investasi menjelaskan tentang jangka waktu yang diperlukan agar modal yang dikeluarkan pada investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya. Konsep ini mempertimbangkan pentingnya mempertahankan

likuiditas perusahaan serta berusaha mengurangi unsur ketidakpastian yang mungkin terjadi. Investasi diterima bila periode payback investasi sama atau lebih pendek dari periode maksimum yang dapat diterima.

**b. Internal Rate of Return (IRR)**

IRR adalah tingkat laju diskon yang dapat dijadikan sama dengan nilai sekarang dari modal yang tertanam dengan nilai sekarang dari proses investasi yang bersangkutan.

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+r)^n} = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana

$At = Proceeds$

$r = \text{discount rate}$

$n = \text{tahun periode}$

Metode ini digunakan untuk mencari tingkat bunga dari nilai investasi yang bersangkutan, kemudian dicocokkan dengan minimum nilai IRR yang diterima. Jika investasi IRR lebih besar dari minimum IRR yang diterima, maka usulan investasi dapat diterima.

**c. Net Present Value (NPV)**

NPV adalah selisih antara nilai sekarang dari proceeds dengan nilai sekarang dari modal yang tertanam. kedua nilai tersebut diperhitungkan dengan dasar tingkat discount rate tertentu. Kriteria penerimaan/penolakan investasi bila NPV positif ( $PV Proceeds > PV Outlay$ )

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Pt}{(1+r)^n} = IQ \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan

$Pt = Proceeds$  pada tahun ke – t

$R = \text{discount rate}$

$n = \text{tahun berlangsungnya investasi}$

$IQ = \text{initial Outlay / Pengeluaran awal}$

**d. Profitability Index (PI)**

PI merupakan kelanjutan dari metode penilaian NPV. Kriteria penilaian dinyatakan dalam bentuk *profitability index* dengan rumus sebagai berikut:

$$PI = \frac{PV \text{ of proceeds}}{PV \text{ of Outlay}} \dots\dots\dots(2.3)$$

### 2.3.3. Peran Serta Masyarakat

Perubahan perilaku masyarakat yang diharapkan mendukung sistem pengelolaan air limbah yang efektif sebagai berikut:

- Bersedia tidak membuang air limbah secara sembarangan
- Bersedia menyediakan tangki septik sesuai standar di tiap rumah tinggal
- Bersedia mengelola tangki septik secara benar dengan melakukan penyedotan lumpur tinja secara berkala
- Bersedia membayar retribusi air limbah khususnya bagi masyarakat yang telah dilayani oleh jaringan perpipaan air limbah

Upaya yang mempengaruhi perilaku masyarakat untuk mendukung sistem pengelolaan air limbah dapat dilakukan dengan perencanaan rekayasa sosial sebagai berikut :

- Penerapan kampanye publik peduli sanitasi
- Penerapan penegakan hukum dan peraturan

Perencanaan dan penerapan rekayasa sosial tersebut bertujuan untuk mempengaruhi masyarakat agar tertarik dan tergerak untuk bertindak kearah yang ditunjukkan sesuai dengan sistem pengelolaan air limbah yang direncanakan. Secara umum proses perubahan perilaku masyarakat yang diharapkan dari suatu kampanye publik diantaranya :

- Meningkatnya minat dan kesadaran masyarakat
- Tumbuhnya kebutuhan dan partisipasi serta tindakan dari masyarakat

Penerapan kampanye publik tersebut, harus direncanakan secara berkelanjutan agar proses perubahan perilaku masyarakat dapat berlangsung secara luas dalam mendukung terwujudnya sistem pengelolaan air limbah yang efektif .

### 2.3.4. Teknis

Penanganan secara teknis air limbah dimaksud agar inlet bangunan, proses outlet memenuhi esensi kesehatan, diantaranya:

- Jarak bidang resapan tangki septik dengan sumber air minum harus dijaga dengan jarak  $> 10$  m untuk jenis tanah liat dan  $>15$  m untuk tanah berpasir;
- Kepadatan 100 orang/ ha dengan menggunakan sanitasi setempat memberikan dampak kontaminasi bakteri coli yang cukup besar terhadap tanah dan air tanah. Jadi bagi pengguna sanitasi individual pada kawasan dengan kepadatan tersebut, penerapan anaerobic filter sebagai pengganti bidang resapan dan efluennya dapat dibuang ke saluran terbuka, atau secara komunitas menggunakan sistem sanitasi off site;
- Hasil pengolahan air limbah tidak boleh mengandung bakteri coli, yang dapat disisihkan dengan proses maturasi atau menggunakan desinfektan. Dengan demikian setiap Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) harus dilengkapi salah satu dari kedua jenis sarana tersebut;

Parameter yang diukur untuk mengetahui kualitas air limbah domestik mengacu pada peraturan perundangan tentang baku mutu air limbah domestik. Berikut ini baku mutu air limbah domestik dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Baku mutu air limbah bagi usaha/dan kegiatan domestic

Parameter	Satuan	Baku mutu
pH		6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	50
TSS	mg/L	50
Minyak dan Lemak	mg/L	10
Debit	L/org/hari	120

(Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya)

## **2.4 Teknologi Pengolahan Air Limbah Permukiman**

Pemilihan teknologi IPAL dipengaruhi oleh karakteristik limbah domestik. Air limbah domestik mengandung zat organik yang mudah terurai yang terdiri limbah toilet (*black wáter*) dan limbah cucian, dapur (*grey wáter*)

### **2.4.1 Tangki Septik**

Tangki Septik merupakan ruang kedap air yang terdiri dari satu atau beberapa kompartemen yang berfungsi untuk menampung dan mengolah air limbah rumah tangga dengan kecepatan aliran yang lambat sehingga memberi kesempatan untuk terjadinya pengendapan padatan tersuspensi dan kesempatan untuk penguraian bahan-bahan organik oleh bakteri anaerobik membentuk bahan-bahan larut air dan gas.

Lokasi yang cukup baik untuk membuat sistem resapan adalah pada tanah yang bersifat kering sehingga level air tanah yang relatif dalam lebih efektif dibanding dengan level air tanah yang dangkal. Tangki Septik juga membutuhkan lahan yang cukup jaraknya dari sumber air untuk menghindari pencemaran sumber air. Jarak sistem resapan terhadap sumber air berkisar lebih dari 10 meter

Menurut SNI 03-2398-2002 tentang tata cara perencanaan tangki septik dengan sistem resapan adalah sebagai berikut:

1. Bahan bangunan harus kuat
2. Tahan terhadap asam dan kedap air
3. Bahan bangunan yang dapat dipilih untuk bangunan dasar, penutup dan pipa penyalur air limbah adalah batu kali, bata merah, batako, beton biasa, beton bertulang, asbes semen, PVC, keramik dan pelat besi
4. Rasio Panjang (P) dan Lebar (L) , (2-3 : 1)
5. Lebar minimal 0,75 meter, Panjang minimal 1,5 meter, tinggi tangki minimal 1-5 meter termasuk ambang batas 0,3 m

### **2.4.2 Anaerobic Baffle Reactor (ABR)**

Teknologi tangki septik yang dimodifikasi dengan menambah beberapa kompartemen untuk menghasilkan aliran keatas (upflow) melalui lumpur aktif

anaerob dan meningkatkan waktu kontak antara biomas aktif dengan air limbah. Aliran seperti ini menyebabkan aliran air limbah yang masuk (influent) lebih intensif terkontak dengan biomassa anaerobik, sehingga meningkatkan kinerja pengolahan. Penurunan BOD dalam ABR lebih tinggi daripada tangki septik biasa, yaitu sekitar 70-84% (Polpraserti, 1992). ABR harus dilengkapi dengan saluran pembuangan gas (ventilator) untuk melepaskan biogas yang dihasilkan selama proses anaerobik. Kriteria desain dan skematik ABR dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.1 .

Kelebihan dari ABR ini adalah sebagai berikut:

- Dapat mengolah air limbah dengan beban organik tinggi,
- Mudah operasional dan pemeliharaan,
- Lumpur yang dihasilkan sedikit dibandingkan dengan proses aerobik,
- Menghasilkan biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Kelemahan dari ABR ini adalah sebagai berikut:

- Waktu *startup* waktu untuk mencapai kondisi tunak (*steady*) cukup lama, umumnya berada pada kisaran (3-6) bulan
- Bila terjadi kebocoran pada zona ambang bebas, kondisi anaerobik tidak maksimal, maka efisiensi penurunan parameter COD atau BOD berkurang dan seringkali timbul bau yang menyengat bila terjadi kebocoran
- Kualitas efluen umumnya masih belum memenuhi persyaratan baku mutu untuk dibuang ke badan air permukaan, utamanya kandungan oksigen terlarutnya, maka diperlukan tambahan aerasi yang sekaligus melepaskan gas – gas penyebab bau pada efluen.

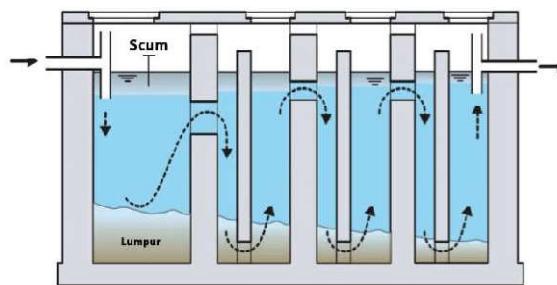
Perencanaan ABR dilakukan berdasarkan persyaratan teknis, kriteria desain dan formulasi berikut ini:

- a. Tersedia lahan untuk penempatan ABR yang mudah dijangkau dalam pembangunan, operasi dan pemeliharaan.
- b. ABR tidak digunakan di daerah pasang surut.
- c. Dapat digunakan ada skala komunal atau skala permukiman kecil.

- d. Unit ABR dapat berfungsi sebagai pengolahan pendahuluan untuk membantu pengolahan lanjutan yang dilakukan secara aerobik.
- e. Sistem ABR sebagai pengolahan pendahuluan apabila konsentrasi BOD > 300 mg/L

Tabel 2.2. Kriteria Teknis *Anaerobik Baffle Reactor*

Faktor Perencanaan	Kriteria
Kecepatan aliran	< 2 m/jam
Penyisihan COD	65 – 90 %
Penyisihan BOD	70 – 95 %
Organic Loading	< 3 kg COD/m <sup>2</sup> .hari
Hydraulic Retention Time	6 – 20 jam
Organic Loading Rate	0,1 – 8 kg COD/m <sup>2</sup> .hari



Gambar 2.1. Bentuk Tipikal *Anaerobic Baffle Reactor*

Langkah Perhitungan Anaerobic Baffled Reactor adalah sebagai berikut:

1. Langkah perhitungan ruang pengendapan :

1. Hitung Debit rata-rata air limbah ( $Q_r$  dalam m<sup>3</sup>/hari) = (0,7-0,8) x  $Q$  rata-rata air bersih.
2. Hitung Debit rencana pengolahan, ( $Q_p$  dalam m<sup>3</sup>/hari) =  $f_p \times Q_r$ .  $f_p$  = 1,5 - 3.
3. Tentukan waktu detensi dengan efisiensi penurunan BOD yang diinginkan, penentuan  $t_d$  menggunakan grafik berikut :
4. Tetapkan kedalaman pengendapan sesuai kriteria perencanaan,
5. Hitung dimensi sebagai berikut :
  - a.  $\text{Volume} = t_d \times Q_p = t_d \times (P \times L \times H)$
  - b.  $\text{Luas permukaan pengendap} = Q_p / \text{HLR}$

c. Tetapkan tinggi ruang pengendapan berdasarkan kriteria perencanaan,

d. Hitung Luas permukaan,  $A_s \text{ m}^2 = \text{Vol} / H$

e. Hitung panjang dan lebar  $A_s = P \times L$ , ratio  $P : L = (2-4)$

f. Hitung ketinggian maksimum lumpur,  $m \text{ } H_L = 1/3 \times H$

g. Tetapkan tinggi pengendapan  $= H + H_L$

Dimana :

$t_d$  = Waktu detensi, jam

$Q_p$  = debit pengolahan,  $\text{m}^3/\text{jam}$

$P$  = panjang, m;  $L$  = lebar, m;  $H$  = kedalaman pengendapan, m.

$V_h$  = kecepatan aliran horisontal,  $\text{m}/\text{jam}$

$V_s$  = kecepatan pengendapan, atau beban permukaan hidrolik,  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$

$HLR$  = Beban Permukaan,  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$ .

2. Langkah – langkah perhitungan ABR :

1. Hitung konsentrasi BOD atau COD yang keluar dari ruang pengendapan :  
% Penyisihan BOD x [BOD].

2. Hitung beban COD yang masuk ke zona ABR,  $\text{kgCOD}/\text{hari}$  = Ratio  
 $(\text{COD}/\text{BOD}) \times [\text{BOD}]_{ep} \times Q_p$ .  $[\text{BOD}]_{ep}$  = BOD efluen pengendapan

3. Tetapkan kriteria desain untuk beban organik, OLR,  $\text{kg COD}/\text{m}^3.\text{hari}$

4. Hitung volume ABR = Beban organik/Laju Beban Organik .

5. Hitung luas penampang aliran dalam ABR =  $Q_p / \text{Kec.aliran}$ .

6. Hitung panjang ABR =  $\text{Vol media} / \text{luas penampang media}$

7. Tetapkan jumlah kompartemen =  $\text{Panjang ABR} / \text{tinggi ruang ABR}$  di tiap kompartemen.

## 2.5 Teknologi Sistem Perpipaan Air Limbah

Menurut Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah Tahun 2017 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat adalah sebagai berikut:



#### **a. *Small Bore Sewer***

*Small Bore Sewer* didesain untuk menerima air limbah rumah tangga setelah diolah tangki septik dan dari air limbah kamar mandi, cuci dapur sehingga bebas dari zat padat. Outlet tangki septik harus lebih tinggi saluran pipa pengumpul. Lumpur tinja yang terakumulasi dalam tangki septik harus dikuras secara periodik.

Pipa yang dipasang hanya pipa persil dan servis menuju lokasi pembuangan akhir. Pipa lateral dan pipa induk digunakan untuk beberapa daerah perencanaan dengan kepadatan penduduk tinggi dan debit air limbah yang besar.

Kriteria *Small Bore Sewer* adalah sebagai berikut

- Pipa hanya menerima effluen dari tangki septik (tidak termasuk lumpurnya) dan air bekas mandi dan cuci
- Keberadaan tangki septik harus dipertahankan
- Diameter pipa minimum 100 mm
- Kecepatan maksimum dalam pipa sebesar 3 m/detik

Sistem ini diterapkan pada kawasan yang didukung dengan tangki septik, dan dipilih untuk menghindari pembongkaran lantai rumah untuk memindahkan pipa kakus - *septic tank* menjadi pipa kakus - sewer.

#### **b. *Shallow Sewer***

Kriteria yang dipergunakan adalah sebagai berikut

- Digunakan untuk penduduk kepadatan tinggi > 200 jiwa/ha agar jumlah volume air cukup untuk self cleansing,
- Pada kawasan berpenghasilan rendah.
- Digunakan untuk penduduk yang sudah sebagian besar memiliki sambungan air limbah dan jamban keluarga dengan sistem pembuangan yang cukup dan tidak harus memiliki tangki septik
- Diameter pipa minimal 150 mm
- Kecepatan aliran minimum > 0,5 m/detik
- Kecepatan aliran maksimum 3 x aliran rata-rata
- Kedalaman penanaman pipa minimum 0.4 m

Penggunaan shallow sewer dikembangkan atas dasar system pengaliran yang mengandalkan penggelontoran pada penggunaan air saat pemakaian puncak,

Sehingga memerlukan kemiringan hidrolis yang lebih landai dari sistem konvensional. Perencanaan aliran debit minimum hanya 0,3 s/d 0,4 m/det. Sistem ini sebaiknya dilengkapi dengan sarana air penggelontor/pembilas yang disadap dari saluran drainase. Penerapan Shallow Sewer cocok digunakan daerah pelayanan tingkat RT atau kelurahan

### **c. Saluran Konvensional**

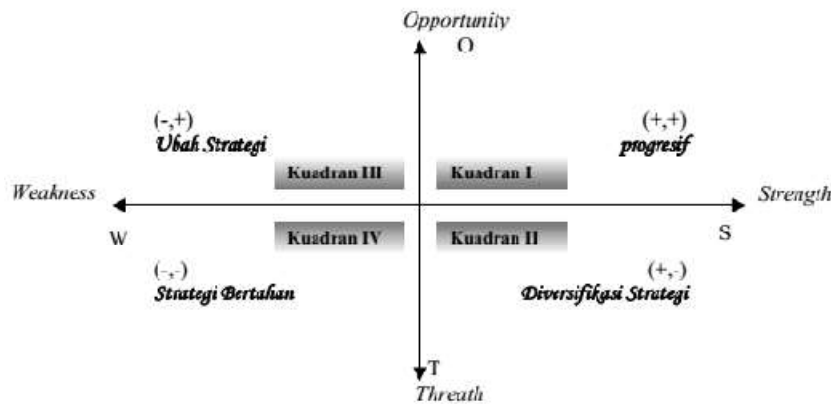
Saluran konvensional merupakan jaringan perpipaan yang membawa air limbah ke bangunan pengolahan air limbah dan kemudian dialirkan ke badan air penerima. Sistem ini terdiri dari jaringan pipa persil, pipa lateral, dan pipa induk yang melayani penduduk. Setiap jaringan pipa dilengkapi dengan Manhole yang ditempatkan pada lokasi tertentu. Apabila kedalaman pipa air limbah mencapai 7 meter, maka diperlukan pemompaan untuk menaikkan air dan kemudian dialirkan secara gravitasi ke bangunan pengolahan dengan memperhatikan kecepatan aliran untuk self cleansing. Hal yang perlu diperhatikan untuk sistem penyaluran konvensional adalah sebagai berikut:

- a. Diameter pipa minimal 100 mm, karena membawa padatan
- b. Aliran dalam pipa harus seairan seragam
- c. Slope pipa air limbah harus diatur agar kecepatan untuk self cleansing (0,6 m/detik) dapat terpenuhi. Aliran juga harus memiliki tinggi renang agar dapat mengalirkan padatan
- d. Kecepatan maksimum pada penyaluran konvensional sebesar 3 m/detik

## **2.6 Analisis SWOT**

Analisis SWOT adalah analisis kondisi internal maupun eksternal suatu organisasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi dan program kerja. Analisis internal meliputi penilaian terhadap faktor kekuatan (*Strength*) dan kelemahan (*Weakness*). Sementara, analisis eksternal mencakup faktor peluang

(*Opportunity*) dan tantangan (*Threat*). Klasifikasi kuadran analisis SWOT yang dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2.2 Pola Analisis SWOT

(Sumber: Rangkuti, 2000)

Keterangan

- Kuadran 1 : Posisi ini menunjukkan sebuah organisasi yang kuat dan berpeluang, rekomendasi strategi yang diberikan adalah Progresif, artinya organisasi dalam kondisi prima dan mantap sehingga sangat dimungkinkan untuk terus melakukan ekspansi, memperbesar pertumbuhan dan meraih kemajuan secara maksimal.
- Kuadran II : Posisi ini menunjukkan sebuah organisasi yang kuat namun menghadapi tantangan yang besar. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Diversifikasi Strategi, artinya organisasi dalam kondisi mantap namun menghadapi sejumlah tantangan berat sehingga diperkirakan roda organisasi akan mengalami kesulitan untuk terus berputar bila hanya bertumpu pada strategi sebelumnya
- Kuadran III : Posisi ini menunjukkan sebuah organisasi yang lemah namun sangat berpeluang. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Ubah Strategi, artinya organisasi disarankan untuk mengubah strategi sebelumnya. Sebab, strategi yang lama

dikhawatirkan sulit untuk dapat menangkap peluang yang ada sekaligus memperbaiki kinerja organisasi.

- Kuadran IV : Posisi ini menunjukkan sebuah organisasi yang lemah dan menghadapi tantangan besar. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Strategi Bertahan, artinya kondisi internal organisasi berada pada pilihan dilematis. Oleh karenanya organisasi disarankan untuk menggunakan strategi bertahan, mengendalikan kinerja internal agar tidak semakin terperosok.

## **2.7 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Secara geografis Kota Surabaya berada pada  $07^{\circ}09'00''$  -  $07^{\circ}21'00''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}36'$  -  $112^{\circ}54'$  Bujur Timur. Kota Surabaya terdiri dari 31 Kecamatan dan 160 Kelurahan dengan luas wilayah  $330,48 \text{ km}^2$ . Kecamatan Kenjeran terletak di Surabaya Utara. Kecamatan Kenjeran terdiri dari 4 kelurahan yaitu Kelurahan Sidotopo Wetan, Kelurahan Tanahkali Kedinding, Kelurahan Bulak Banteng dan Kelurahan Tambak Wedi.

Berdasarkan Kecamatan Kenjeran dalam angka  $\pm 3$  meter di atas permukaan laut. Batas wilayah kecamatan Kenjeran adalah sebagai berikut :

- Sebelah utara : Selat Madura
- Sebelah Timur : Kecamatan Bulak
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tambaksari
- Sebelah Barat : Kecamatan Semampir

Luas wilayah Kecamatan Kenjeran adalah  $7,72 \text{ km}^2$ . Peruntukan lahan di kecamatan Kenjeran berdasarkan peta RTRW adalah peruntukan lahan permukiman dan perdagangan jasa.

Menurut data EHRA Kota Surabaya tahun 2012, Kecamatan Kenjeran merupakan salah satu Kecamatan yang memiliki area sanitasi beresiko tinggi. Beberapa Kecamatan area sanitasi beresiko tinggi di Surabaya adalah sebagai berikut:

- a. Surabaya Utara

Area sanitasi beresiko tinggi berada di Kecamatan Kenjeran (Kelurahan Sidotopo Wetan, Kelurahan Tanah Kali Kedinding, Kelurahan Bulak

Banteng), Kecamatan Semampir (Kelurahan Sidotopo dan Kelurahan Wonokusumo) dan Kecamatan Bulak (Kelurahan Bulak).

b. Surabaya Pusat

Area sanitasi beresiko tinggi berada di Kecamatan Simokerto (Kelurahan Sidodadi dan Kelurahan Simolawang).

c. Surabaya Selatan

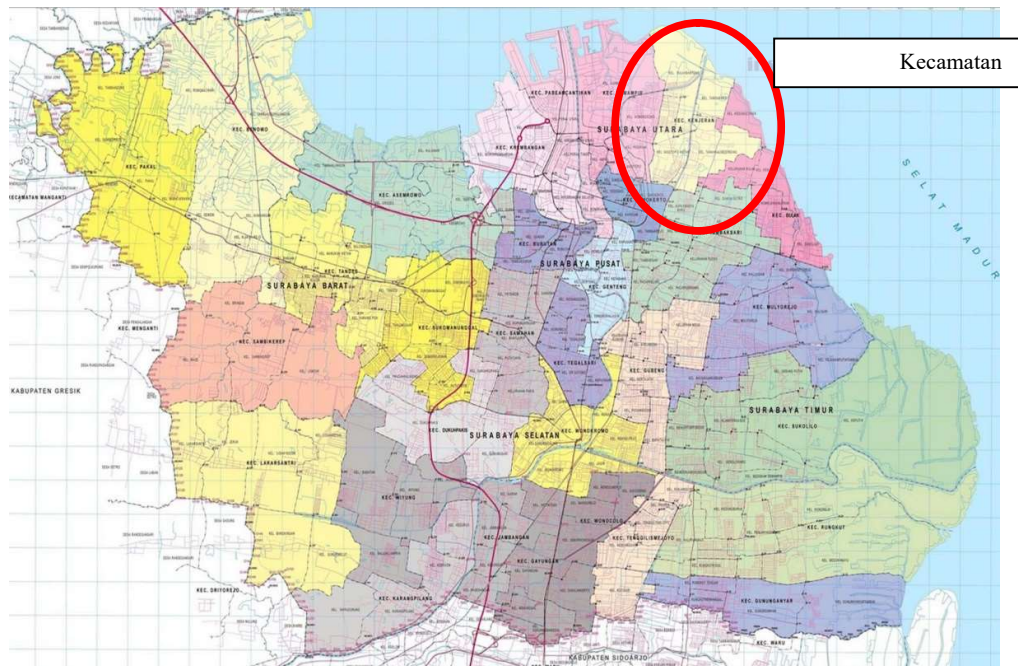
Area sanitasi beresiko tinggi berada di Kecamatan Wonokromo (Kelurahan Ngagel Rejo).

d. Surabaya Barat

Area sanitasi beresiko tinggi berada di Kecamatan Asemrowo (Kelurahan Asemrowo).

### 2.7.1. Kondisi Geografis dan Administrasi

Kecamatan Kenjeran secara geografis terletak di bagian utara Kota Surabaya yang memiliki topografi relatif datar dan luas wilayah 7,72 km<sup>2</sup> dengan ketinggian 2 (dua) meter di atas permukaan laut. Peta lokasi kecamatan Kenjeran dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peta lokasi Kecamatan Kenjeran

### 2.7.2 Kondisi Klimatologi dan Hidrologi

Kota Surabaya merupakan daerah beriklim tropis dengan suhu rata-rata  $27^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$ . musim hujan terjadi antara bulan November sampai dengan bulan April. Sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Mei sampai bulan Oktober. Kelembaban rata-rata maksimum 87%, kelembaban rata-rata minimum 52% dengan curah hujan rata-rata 136,8 mm di kecamatan Kenjeran.

Kondisi hidrologi di kecamatan Kenjeran dilintasi sungai Kalimas yang bermuara ke laut. Fungsi utama Sungai Kalimas pada saat ini adalah sebagai tempat pembuangan air dari saluran drainase yang ada di wilayah kota Surabaya, terutama yang berada di bagian tengah.

### 2.8. Kependudukan

Lokasi penelitian terletak pada kecamatan Kenjeran yang memiliki 4 kelurahan yakni kelurahan Tanah Kalikedinding, Kelurahan Sidotopo Wetan, Kelurahan Bulak Banteng dan Kelurahan Tambakwedi. Luas wilayah kecamatan Kenjeran sebesar  $\pm 7,72 \text{ km}^2$ . Jumlah penduduk di kecamatan Kenjeran sebesar 153991 jiwa dengan kepadatan penduduk rata-rata sebesar 19947 jiwa/ $\text{km}^2$  (Kecamatan Kenjeran dalam Angka 2016). Kepadatan penduduk tertinggi berada di kelurahan Sidotopo Wetan 33931 jiwa/ $\text{km}^2$  sedangkan kepadatan penduduk terendah berada di kelurahan Bulakbanteng 11483 jiwa/ $\text{km}^2$ . Luas wilayah, jumlah penduduk dan kepadatan penduduk per kelurahan lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3:

Tabel 2.3 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Per Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Luas Wilayah ( $\text{km}^2$ )	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/ $\text{km}^2$ )
Tanah Kali Kedinding	2,41	52.678	21.858
Sidotopo Wetan	1,66	56.326	33.931
Bulak Banteng	2,67	30.660	11.483
Tambak Wedi	0,98	14.328	14.620
Jumlah	7,72	153.991	19.947

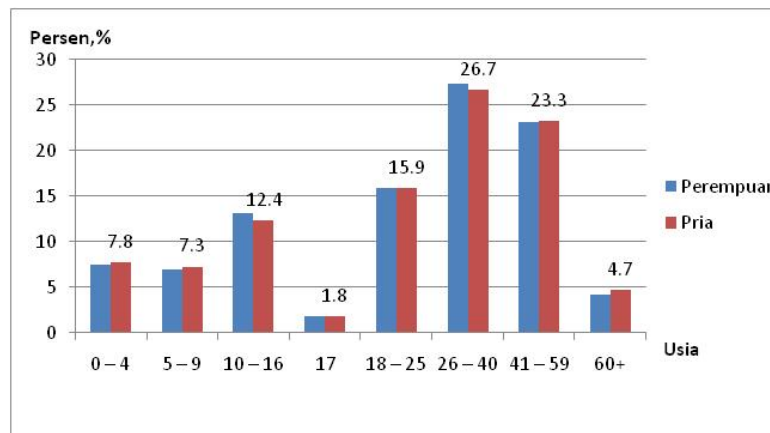
Sumber : Kecamatan Kenjeran dalam Angka 2016

Pembagian kelompok umur adalah dari usia termuda 0 – 2 tahun dan usia tertua di atas 60 tahun, untuk jumlah kelompok umur terbesar adalah dari usia 26 – 40 tahun sebesar 27% dengan jumlah total sebesar 41538 jiwa. Dominasi jumlah perempuan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah pria dengan rincian pria 51% dan perempuan 49%. Pembagian kelompok umur lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Gambar 2.4 :

Tabel 2.4 Pembagian Umur Penduduk Kecamatan Kenjeran Tahun 2016

No	Golongan Umur (Tahun)	Persentase jumlah penduduk Jumlah Total			
		Perempuan		Pria	
		Jiwa	%	Jiwa	%
1	0 – 4	5.915	7,5	5.823	7,8
2	5 – 9	5.522	7	5.451	7,3
3	10 – 16	9.446	13,1	10.247	12,4
4	17	1.354	1,9	1.447	1,8
5	18 – 25	11.946	15,9	12.455	15,9
6	26 – 40	20.154	27,4	21.384	26,7
7	41 – 59	17.571	23,1	18.018	23,2
8	60+	3.556	4,2	3.302	4,7
Jumlah		75.864	100	78.245	100

Sumber : Kecamatan Kenjeran dalam Angka Tahun 2016



Gambar 2.4 Grafik Persentase Pembagian Umur Penduduk Kecamatan Kenjeran Tahun 2016

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

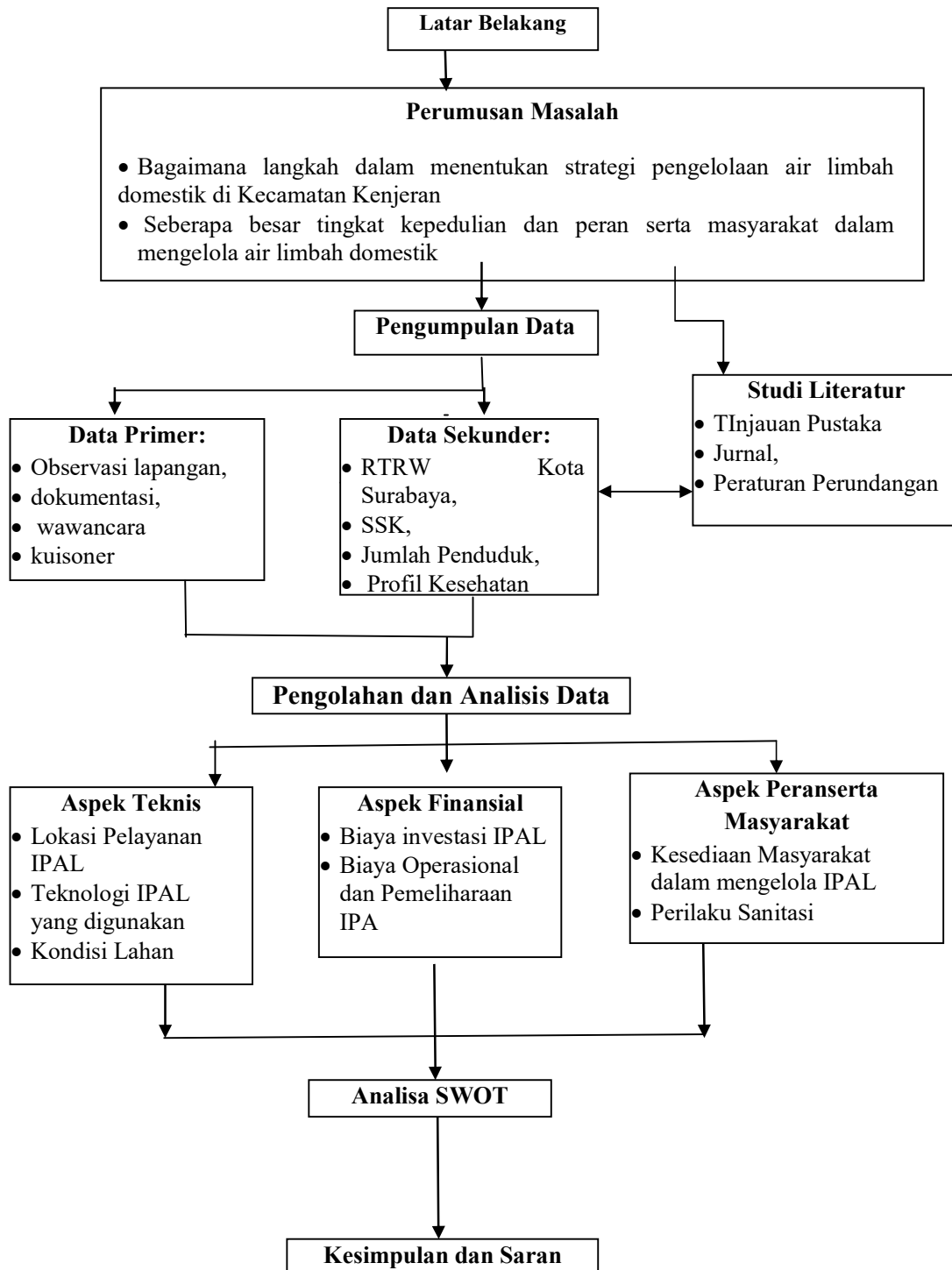
Penelitian mengkaji pengelolaan air limbah domestik di kecamatan Kenjeran Kota Surabaya dengan membahas beberapa aspek yakni aspek teknis, aspek finansial dan aspek peran serta masyarakat guna mengevaluasi dan menyusun rencana pengelolaan di masa mendatang.

Penelitian akan dilakukan dengan metode survey melalui pengamatan langsung di lapangan untuk pengumpulan data primer. Fokus penelitian ini ditekankan pada bagaimana perilaku masyarakat terhadap pengelolaan air limbah domestik, bagaimana sistem pengaliran dan penampungan air limbah, bagaimana kondisi kualitas badan air penerima di kecamatan Kenjeran, menganalisis sistem pengelolaan air limbah domestik yang sesuai dengan bentuk permukiman di kecamatan Kenjeran, kondisi prasarana air limbah, hubungan sanitasi terhadap tingkat kesehatan masyarakat, seberapa besar volume air limbah yang dihasilkan dan pemilihan teknologi pengolahan air limbah yang sesuai untuk menyelesaikan masalah limbah domestik.

#### **3.2. Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian dilakukan agar pembahasan dapat sistematis dan terukur sehingga didapatkan hasil yang optimal dan tepat sasaran. Tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

### **3.2.1. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang berkaitan terhadap SPAL berupa data primer dan data sekunder

1. Pengumpulan data sekunder yaitu data pendukung yang diperoleh dari instansi pemerintah terkait dan studi literatur yang meliputi:

- Data kependudukan
- Peta Surabaya
- Data air baku
- Data kesehatan
- Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Kota Surabaya
- Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kota Surabaya
- Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya dan Strategi Sanitasi Kota Surabaya
- Kemiringan tanah
- Permeabilitas tanah

2. Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada responden dan pengamatan langsung di objek penelitian meliputi

- Sarana prasarana sanitasi air limbah eksisting
- Pola kehidupan masyarakat dalam mengelola air limbah domestik

3. Survey kebutuhan nyata akan prasarana dan sarana air limbah serta proyeksi tingkat kepadatan penduduk diperoleh dengan metoda survey kebutuhan nyata melalui kuisioner. Dengan kuisioner ini dapat diketahui tingkat kebutuhan masyarakat dan keinginan masyarakat terhadap kondisi sarana prasarana air limbah. Hasil kuisioner tersebut dapat menunjang penentuan pengembangan SPAL. Penentuan jumlah responden mengacu pada NSPM Kimpraswil Nomor AB-K/RE-SK/TC/006/98 tentang Tata Cara Survei dan Pengkajian Kondisi Sosial dan Budaya dengan rumus di bawah ini.

$$n = Np (1 - p) / (N - 1) D + p (1 - p).....(3.1)$$

$$D = B^2 / t^2 ..... (3.2)$$

Keterangan :

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi rumah

p = rasio dari unsur dalam sampel yang diinginkan (p = 0,5)

B = tingkat kesalahan tiap sampel (5%)

t = tingkat kepercayaan (95%)

Berdasarkan rumus di atas dengan jumlah penduduk kecamatan Kenjeran sebesar 147592 jiwa, jumlah populasi rumah 29518 unit, maka didapat jumlah responden minimal sebanyak 62 responden, peneliti merencanakan survey kuisioner sebanyak 100 responden di kelurahan Tanah Kalikedinding, Kelurahan Sidotopo Wetan, Kelurahan Bulak Banteng dan Kelurahan Tambakwedi.

### 3.2.2. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data diperlukan dalam melakukan penelitian. Kualitas data yang diperoleh mempengaruhi tingkat keberhasilan suatu penelitian. Data tersebut diolah dan disusun dalam bentuk tabulasi, diagram dan grafik. Analisis yang dilakukan adalah menganalisis sarana prasarana air limbah domestik di kecamatan Kenjeran Surabaya

### 3.2.3. Aspek Teknis

Analisis dari sisi teknis dengan meninjau kondisi eksisting prasarana sarana di permukiman kecamatan Kenjeran dan dari data eksisting yang ada dilakukan evaluasi dan strategi secara sistematis yang didasarkan oleh SNI dan kriteria perencanaan yang didapatkan dari studi literatur. Pengolahan data dan analisis pembahasan dari aspek teknis dapat diklasifikasikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data Dari Aspek Teknis

No	Kriteria	Penjelasan
1	Indikator	Prasarana dan Sarana Sanitasi Lingkungan di permukiman kecamatan Kenjeran
2	Alat dan Bahan	Pengamatan lapangan, Studi Literatur, Kuisioner, Wawancara dan Dokumentasi
3	Data	Data dari kuisioner, wawancara, dokumentasi lapangan
	1. Data Primer 2. Data Sekunder	Pengambilan sampel air limbah domestik Peraturan, Surabaya Dalam Angka, kecamatan Kenjeran Dalam Angka Buku Putih Sanitasi, Strategi Sanitasi Kota Surabaya, RTRW Surabaya, Profil Kesehatan Kota Surabaya, Bahan Pustaka,
4	Metode Pengolahan Data	Analisis Kuantitatif, Analisis Deskriptif, Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah

Sumber : Hasil Analisis

#### 3.2.4. Aspek Pembiayaan

Kajian aspek tinjauan dilakukan tinjauan terhadap kemampuan Pemerintah Daerah dan peran serta masyarakat dalam penyelenggaraan perbaikan dan pengadaan SPAL skala lingkungan kecamatan Kenjeran agar SPAL dapat berjalan secara berkelanjutan. Dalam finansial ini perlu dihitung biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya pemasukan dari retribusi. Dari kajian aspek pembiayaan dapat diklasifikasikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data dari Aspek Pembiayaan

No	Kriteria	Penjelasan
1	Indikator	APBD, Swadaya Masyarakat
2	Alat dan Bahan	Pengamatan lapangan, Studi Literatur, Kuisioner, Wawancara dan Dokumentasi

No	Kriteria	Penjelasan
3	Data	
	1. Data Primer	Data dari kuisioner, wawancara, dokumentasi lapangan
	2. Data Sekunder	Peraturan, Surabaya Dalam Angka, Buku Putih Sanitasi, Strategi Sanitasi Kota Surabaya, Profil Kesehatan Kota Surabaya, Bahan Pustaka, RTRW Surabaya
5	Metode Pengolahan data	Analisis Deskriptif

Sumber : Hasil Analisis

### 3.2.5. Aspek Peran Serta Masyarakat

Kajian aspek peran serta masyarakat dilakukan tinjauan kemampuan masyarakat dalam hal keikutsertaan dalam pembangunan, retribusi, operasional dan pemeliharaan SPAL di Kecamatan Kenjeran. Dari kajian aspek peranserta masyarakat dapat diklasifikasikan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Klasifikasi Pengolahan dan Analisis Data Dari Aspek Peran Serta Masyarakat

No	Kriteria	Penjelasan
1	Indikator	Budaya, Karakteristik, Pemahaman dan Peranserta Masyarakat
2	Alat dan Bahan	Pengamatan lapangan, Studi Literatur, Kuisioner, Wawancara dan Dokumentasi
3	Data	
	1. Data Primer	Data dari kuisioner, wawancara, dokumentasi lapangan
	2. Data Sekunder	Peraturan, Surabaya Dalam Angka, Kecamatan Kenjeran Dalam Angka, Buku Putih Sanitasi,

No	Kriteria	Penjelasan
		Strategi Sanitasi Kota Surabaya, Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah Kota Surabaya, Profil Kesehatan Kota Surabaya, Bahan Pustaka, RTRW Surabaya
4	Metode Pengolahan data	Analisis Deskriptif

Sumber : Hasil Analisis

### 3.3. Konsep Strategi

Konsep strategi yang ditempuh untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Setelah dilakukan analisa dan pembahasan maka dilakukan analisis strategi dengan menggunakan analisis SWOT.

### 3.4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan data dan analisis pembahasan yang telah dilakukan, kemudian disusun strategi pengelolaan air limbah domestik di kecamatan Kenjeran. Kesimpulan dan saran yang dibentuk berdasarkan strategi tersebut dapat dijadikan pertimbangan sebagai bahan masukan bagi para pemangku kepentingan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Kepadatan Penduduk Menurut Luas Lahan Terbangun

Peruntukan lahan di kecamatan Kenjeran berdasarkan Perda Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034 sebagian besar adalah lahan permukiman. Kondisi lahan kosong saat ini sudah terbatas dikarenakan telah terbangun kawasan permukiman dan perdagangan dan jasa sehingga mengakibatkan terbatasnya lahan kosong. Foto udara kondisi lahan eksisting dan peruntukan lahan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Kepadatan penduduk Kecamatan Kenjeran mencapai 200 jiwa/hektar. Berikut ini kepadatan penduduk di tiap keplurahan dan jumlah penduduk kecamatan Kenjeran pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2:

Tabel 4.1 Kepadatan Penduduk di Tiap Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/hektar)
Tanah Kali Kedinding	2,41	52.678	219
Sidotopo Wetan	1,66	56.325	340
Bulak Banteng	2,67	30.660	115
Tambak Wedi	0,98	14.328	147

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Kenjeran Tahun 2013-2016

Kecamatan	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
Kenjeran	2016	153.991
	2015	147.692
	2014	158.554
	2013	151.933

Sumber : Kecamatan Kenjeran dalam Angka 2016





## 4.2. Sumber Penghasil Limbah Domestik

### 4.2.1 Lumpur Tinja

Lumpur tinja yang dihasilkan oleh masyarakat umumnya diolah di unit tangki septik yang terdapat pada rumah masing-masing warga.

Berdasarkan petunjuk teknis dari Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum, laju timbulan tinja dari Water Closet (WC) ke tangki septik sebesar 5 – 40 liter/orang/hari. Sedangkan untuk yang limbah tercampur (black water dan grey water) berkisar 45 – 150 liter/orang/hari.

Volume timbulan tinja di Kecamatan Kenjeran adalah sebagai berikut:

$$Q = \text{jumlah penduduk tahun 2017} \times \text{timbulan tinja} \\ = 153.991 \text{ jiwa} \times 5 \text{ liter/orang/hari} = 769.955 \text{ liter/orang/hari} = 770 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berikut ini hasil perhitungan volume timbulan tinja di tiap kelurahan kecamatan Kenjeran pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3. Volume timbulan tinja

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Volume Timbulan Tinja (m <sup>3</sup> /hari)
Tanah Kali Kedinding	52.678	263,39
Sidotopo Wetan	56.325	281,625
Bulak Banteng	30.660	153,3
Tambak Wedi	14.328	71,64
Total	153.991	770

Sedangkan total berat tinja yang dihasilkan berdasarkan berat basah tinja sebesar 179 gram/orang/hari (Rachmat Boedisantoso, 2015) adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Padatan} = 153.991 \times 179 \text{ gram/orang/hari} = 22 \text{ ton/hari}$$

Perhitungan berat limbah tinja di tiap kelurahan dapat ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Total Berat Padatan Tinja

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Total Padatan (ton/hari)
Tanah Kali	52.678	9

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Total Padatan (ton/hari)
Kedinding		
Sidotopo Wetan	56.325	10
Bulak Banteng	30.660	5
Tambak Wedi	14.328	3
Total	153.991	28

#### 4.2.2. Perhitungan Limbah *Grey Water*

Jumlah penduduk kecamatan Kenjeran dikalikan dengan konsumsi air bersih sebesar 150 liter/orang/hari. Debit air limbah yang dihasilkan adalah 70% dari konsumsi air bersih. Berikut ini contoh perhitungan debit air limbah di kecamatan Kenjeran yang dihasilkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Air Limbah} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{konsumsi air bersih} \times 70\% \\
 &= 153.991 \text{ jiwa} \times 150 \text{ liter/org/hari} \times 0,7 \\
 &= 16.169 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Debit air limbah Kecamatan Kenjeran Tahun 2017

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Konsumsi Air Bersih (150 liter/org/hari)	Debit Air Limbah (0,7 x Air Bersih), m <sup>3</sup> /hari
Tanah Kali	52.678		
Kedinding		7.902	5.531
Sidotopo Wetan	56.325	8.449	5.914
Bulak Banteng	30.660	4.599	3.219
Tambak Wedi	14.328	2.149	1.504
Total	153.991	23.098	16.169

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa total volume air limbah domestik yang dihasilkan oleh penduduk Kecamatan Kenjeran adalah sebesar 16.169 m<sup>3</sup>/hari.

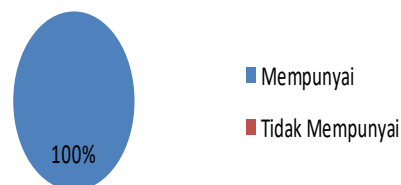
#### 4.3. Perencanaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

Pertimbangan dalam penentuan teknologi air limbah domestik menurut Sasse (2009) dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni

- Kualitas air limbah
- Volume air limbah
- Ketersediaan lahan
- Standar baku mutu
- Kondisi sosial masyarakat
- Kondisi tanah
- Suhu
- Biaya pembangunan bangunan pengolahan air limbah domestik
- Kepemilikan tangki septik warga

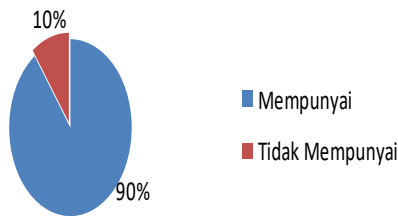
Sistem pengelolaan air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran menggunakan sistem setempat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, jumlah rumah tangga di kecamatan Kenjeran tahun 2015 sebesar 43.925 keluarga dari jumlah penduduk sebesar 153.991 jiwa. Kepemilikan tangki septik sesuai SNI di kecamatan Kenjeran menurut data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur (2017) adalah 37.926 unit atau 89% dari keseluruhan jumlah kepala keluarga.

Pemahaman masyarakat tentang air limbah domestik dari jamban (black water) cukup baik berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat kecamatan Kenjeran tentang persepsi masyarakat terhadap air limbah domestik. Dari hasil survey kuisioner pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 didapatkan data warga kecamatan Kenjeran telah memiliki kamar mandi dan 90% telah memiliki tangki septik. Warga yang belum memiliki tangki septik terdapat pada permukiman setren Kali Tebu Kelurahan Bulak Banteng dan permukiman nelayan warga Tambak Wedi Lama Kelurahan Tambak Wedi.



Gambar 4.3 Diagram Kepemilikan Jamban

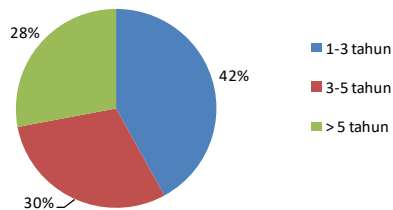
(Sumber: Data Primer, 2017)



Gambar 4.4. Tangki Septik Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

(sumber : Data primer.2017)

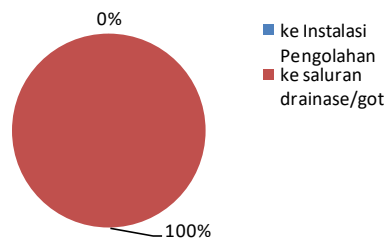
Pengurasan tangki septik dilakukan apabila tangki septik telah penuh dengan kapasitas tangki septik yang dimiliki berkisar 1,5 sampai dengan 3 m<sup>3</sup>. Periode penyedotan lumpur tinja yang dilaksanakan secara berkala. Diagram perawatan tangki septik dapat dilihat pada Gambar 4.5:



Gambar 4.5 Diagram Perawatan Tangki Septik Kecamatan Kenjeran

(sumber : data primer, 2017)

Persepsi masyarakat mengenai air limbah domestik dari kegiatan cuci, mandi dan dapur (grey water) masih rendah berdasarkan hasil wawancara dengan warga kecamatan Kenjeran. Penanganan grey water saat ini hanya dialirkan ke saluran badan air depan rumah masing-masing. Hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas air di lingkungan setempat dikarenakan kondisi permukiman yang rapat dan kuantitas air limbah yang dihasilkan. Kondisi penanganan grey water dapat dilihat pada Gambar 4.6:



Gambar 4.6 Diagram Penanganan *Grey Water* Warga Kecamatan Kenjeran

(sumber : data primer, 2017)

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 menetapkan target sanitasi air limbah sebesar 100 persen di tahun 2019. Untuk mencapai target tersebut, Indonesia menargetkan akses sanitasi sistem setempat yang aman untuk tahun 2019 adalah 85% untuk perkotaan yang telah dipenuhi oleh warga Kecamatan Kenjeran.

#### **4.3.1. Penetapan Pelayanan IPAL Komunal**

Sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat skala permukiman dapat melayani berkisar 50 sampai dengan 1000 jiwa menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 47 Tahun 2015. Data hasil survey telah diperoleh lokasi yang dapat dibangun dengan menggunakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perpipaan dengan kriteria:

- Jumlah jiwa yang dilayani minimal 50 KK
- Terdapat lahan yang dapat digunakan untuk membangun IPAL. Lahan dapat berupa lahan kosong milik Pemerintah Kota, Kelurahan, atau milik pribadi yang dihibahkan karena pengelolaan IPAL merupakan kepentingan umum bagi para pengguna dan pemanfaat.
- Terdapat badan air untuk mengalirkan air limbah hasil olahan IPAL Komunal
- Kemudahan operasional dan perawatan IPAL agar kelompok swadaya masyarakat sebagai pengelola IPAL dapat melakukan perawatan dan pemeliharaan secara berkelanjutan dan tidak memerlukan tenaga ahli.
- Kawasan permukiman rawan sanitasi sektor air limbah domestik untuk mencegah pencemaran air baik air permukaan maupun air tanah.

Keterbatasan lahan dan kepadatan penduduk yang tinggi merupakan pertimbangan membangun IPAL agar masyarakat dapat memiliki akses sanitasi air limbah domestik yang layak. Berdasarkan hasil survey, Dukuh Bulak Banteng terdapat kondisi rumah yang melakukan Buang Air Besar Sembarangan (BABS) dimana telah memiliki kamar mandi namun saluran perpipaan dari kamar mandi langsung dialirkan ke sungai ataupun saluran drainase. Lokasi yang dapat dibangun IPAL untuk wilayah kecamatan Kenjeran dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Lokasi Rencana Pembangunan IPAL Perpipaan di Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Kelurahan	Nomor	Rencana lahan IPAL	Cakupan Pelayanan (KK)
Tambak Wedi	TW 01	di belakang kantor kelurahan Tambak Wedi, Tambak Wedi Lama	100
Tambak Wedi	TW 02	Jalan Lingkungan, Tambak Wedi Rajawali	100
Tambak Wedi	TW 03	Jalan lingkungan, Tambak Wedi Kutilang	100
Tambak Wedi	TW 04	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Jaya III	100
Tambak Wedi	TW 05	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Jaya I	100
Tambak Wedi	TW 06	Lahan Kosong, Tambak Wedi Barat I	50
Tambak Wedi	TW 07	Lahan Kosong, Tambak Wedi Barat II	50
Tambak Wedi	TW 08	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat III	50
Tambak Wedi	TW 09	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat IV	50
Tambak Wedi	TW 10	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat V	50
Tambak Wedi	TW 11	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat VII	50
Tambak Wedi	TW 12	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru IX	100
Tambak Wedi	TW 13	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru X	100
Tambak Wedi	TW 14	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru XI	100
Tambak Wedi	15	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru XII	100
Tambak Wedi	TW 16	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XIII	100
Tambak Wedi	TW 17	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XIV	100
Tambak Wedi	TW 18	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XVII	100
Tambak Wedi	TW 19	Lahan kosong, Tambak Wedi Tengah VI	75
Tambak Wedi	TW 20	Lahan Kosong, Tambak Wedi Tengah IV	75

Kelurahan	Nomor	Rencana lahan IPAL	Cakupan Pelayanan (KK)
Tambak Wedi	TW 21	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Suroso	75
Bulak Banteng	BB 01	Jalan persil rumah warga, Dukuh Bulak Banteng	100
Bulak Banteng	BB 02	Lahan kosong, bulak banteng lor 1	100
Bulak Banteng	BB 03	Jalan depan rumah warga, Pratama Raya	75
Bulak Banteng	BB 05	Jalan depan rumah warga, Garuda I,	100
Bulak Banteng	BB 06	Jalan depan rumah warga, Bhinneka I	100
Bulak Banteng	BB 07	Jalan depan rumah warga, Bhinneka II,	100
Bulak Banteng	BB 08	Jalan depan rumah warga, Bhinneka IV	100
Bulak Banteng	BB 09	Jalan depan rumah warga, Suropati 8	100
Bulak Banteng	BB 10	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 6	100
Bulak Banteng	BB 11	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 7	100
Bulak Banteng	BB 12	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 8	100
Bulak Banteng	BB 13	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 9	100
Bulak Banteng	BB 14	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 10	100
Bulak Banteng	BB 15	Jalan depan rumah warga, Suropati 5A	100
Bulak Banteng	BB 16	Jalan depan rumah warga, Suropati 5B	100
Bulak Banteng	BB 17	Jalan depan rumah warga, Suropati 5	100
Bulak Banteng	BB 18	Jalan depan rumah warga, Suropati 4	100
Bulak Banteng	BB 19	Jalan depan rumah warga, Suropati 3	100
Sidotopo Wetan	SW 01	Diletakkan di lahan kosong, jl. Platuk Donomulyo	100
Sidotopo Wetan	SW 02	Jalan depan rumah warga, Randu Barat 1	100
Sidotopo Wetan	SW 03	Lahan Kosong, Randu Barat II	100
Sidotopo Wetan	SW 04	Lahan kosong, Randu Timur II	100
Sidotopo Wetan	SW 05	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar I	75
Sidotopo Wetan	SW 06	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar II	75
Sidotopo Wetan	SW 07	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar III	75
Sidotopo Wetan	SW 08	Jalan depan rumah warga, Randu Agung I	100
Sidotopo Wetan	SW 09	Lahan kosong, Randu Agung II	100
Sidotopo Wetan	SW 10	Lahan Kosong, Randu Agung III	100
Sidotopo Wetan	SW 11	Lahan kosong, Sidotopo Wetan Baru IV	75
Sidotopo Wetan	SW 12	Jalan depan rumah warga, Sidotopo Wetan Mulya II	75
Sidotopo Wetan	SW 13	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru	100



Kelurahan	Nomor	Rencana lahan IPAL	Cakupan Pelayanan (KK)
		Dahlia	
Sidotopo Wetan	SW 14	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Gading	100
Sidotopo Wetan	SW 15	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Melati	100
Sidotopo Wetan	SW 16	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Kenanga	100
Sidotopo Wetan	SW 17	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Kemuning	100
Sidotopo Wetan	SW 18	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 3	100
Sidotopo Wetan	SW 19	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 5	100
Sidotopo Wetan	SW 20	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 7	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 01	lahan kosong, Jl. Tanah Merah Indah	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 02	jalan depan rumah warga, Jl Pogot Jaya	50
Tanah Kali Kedinding	TKK 03	jalan depan rumah warga, Pogot gang 1	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 04	jalan depan rumah warga, Pogot gang 2	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 05	jalan depan rumah warga, Pogot gang 3	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 06	jalan depan rumah warga, Pogot gang 4	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 07	jalan depan rumah warga, Pogot gang 5	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 08	jalan depan rumah warga, Pogot gang 6	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 09	jalan depan rumah warga, Pogot gang 7	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 10	jalan depan rumah warga, Pogot gang 8	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 11	jalan depan rumah warga, Pogot gang 9	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 12	jalan depan rumah warga, Pogot gang 10	75
Tanah Kali Kedinding	TKK 13	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Dahlia	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 14	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Seruni	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 15	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Tanjung	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 16	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Flamboyan	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 17	Jalan depan rumah warga, kedinding Lor	100

Kelurahan	Nomor	Rencana lahan IPAL	Cakupan Pelayanan (KK)
		Lamtana	
Tanah Kali Kedinding	TKK 18	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara IV	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 19	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara III	100
Tanah Kali Kedinding	TKK 20	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara II	100

Sumber : Hasil Analisa

Air limbah yang diolah oleh IPAL adalah *black water* dan *grey water*, dimana *grey water* seluruhnya langsung dialirkan ke saluran got/drainase dan kondisi rumah yang berdekatan sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Cakupan pelayanan IPAL direncanakan melayani 1 gang/blok permukiman dengan pertimbangan IPAL dibangun di badan jalan, permukiman yang padat dan kemudahan perawatan IPAL.

#### 4.3.2. Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

Ketersediaan lahan yang terbatas di Kecamatan Kenjeran menjadi hal utama dalam pembangunan prasarana sanitasi air limbah domestik. Kondisi sanitasi air limbah yang rendah perlu adanya penanganan dari sumber daya manusia yang tersedia. Analisis pemilihan teknologi IPAL mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar, kondisi topografi tanah di daerah perencanaan,

Karakteristik air limbah Kecamatan Kenjeran diperlukan untuk memilih teknologi pengolahan air limbah yang tepat. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Lmbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya maka diperlukan pengumpulan data konsentrasi BOD, COD, dan TSS di kecamatan Kenjeran. Konsentrasi limbah domestic dengan parameter BOD, COD, TSS dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji Kualitas Air Limbah di Kecamatan Kenjeran

No	Parameter	Satuan	Hasi Uji
1	COD	mg/L	235
2	BOD	mg/L	142
3	TSS	mg/L	140

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji
4	pH		7,3

Sumber: Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan FTSP ITS, 2016

Alternatif teknologi IPAL akan dilakukan dengan perbandingan kelebihan dan kekurangan serta memberikan skor di tiap kriteria yang diperlukan. Skor yang tertinggi akan menunjukkan bahwa uraian tersebut dapat diaplikasikan. Pemberian Skor dalam pemilihan teknologi adalah sebagai berikut:

Skor 3 : dapat diaplikasikan

Skor 2 : dapat diaplikasikan dengan ketentuan

Skor 1 : tidak dapat diaplikasikan

Tabel 4.8 Alternatif Pemilihan Teknologi IPAL

No	Uraian	Alternatif I		Alternatif II		Alternatif III	
		Biofilter	Skor	Anaerobic Baffle Reactor	Skor	Wetland	skor
1	Lahan	Dapat dibangun di bawah tanah	3	Dapat dibangun dibawah tanah	3	Membutuhkan lahan yang cukup luas	1
2	Operasional dan Pemeliharaan	Perlu dilakukan pembersihan filter yang rutin, biaya pemeliharaan rendah	2	Mudah operasional , biaya pemeliharaan rendah	3	Mudah operasional, biaya pemeliharaan rendah	3
3	Konstruksi	Bahan terbuat dari beton, material mudah didapat	3	Bahan terbuat dari beton, material mudah didapat	3	Bahan terbuat dari beton, material mudah didapat	3
4	Kebutuhan Operator	Tidak memerlukan tenaga ahli	3	Tidak memerlukan tenaga ahli	3	Tidak memerlukan tenaga ahli	3
5	Peran serta masyarakat	Dapat berperan aktif	3	Dapat berperan aktif	3	Dapat berperan aktif	3
6	Hasil olahan IPAL	Penurunan zat organik yang signifikan	3	Penurunan zat organik yang signifikan	3	Penurunan zat organik yang signifikan	3
Total		17		18		16	

Berdasarkan hasil skor tertinggi opsi teknologi IPAL pada Tabel 4.8, maka teknologi yang dipilih adalah Anaerobic Baffle Reactor (ABR dengan pertimbangan lahan, kebutuhan biaya pemeliharaan yang rendah, mudah operasional, serta hasil olahan IPAL yang baik. Keuntungan dan kekurangan dari sistem ABR :

1. Keuntungan :
  - a. Biaya operasional dan pemeliharaan rendah
  - b. Dapat dibangun di bawah permukaan tanah sehingga dapat mengatasi masalah keterbatasan lahan
  - c. Tingkat stabilitas tinggi terhadap perubahan beban organik
  - d. Lumpur yang dihasilkan sudah dalam kondisi stabil dan aman bagi lingkungan dengan jumlah yang relative sedikit
  - e. Dapat mengolah *grey water* secara bersamaan
  - f. Mampu menurunkan konsentrasi COD lebih dari 70 %
  - g. Kebutuhan energi yang rendah
2. Kerugian
  - a. Waktu *start up* waktu untuk mencapai kondisi stabil cukup lama, umumnya berkisar 3 – 6 bulan
  - b. Penurunan zat pathogen yang rendah
  - c. Dapat menimbulkan bau yang menyengat bila terjadi kebocoran

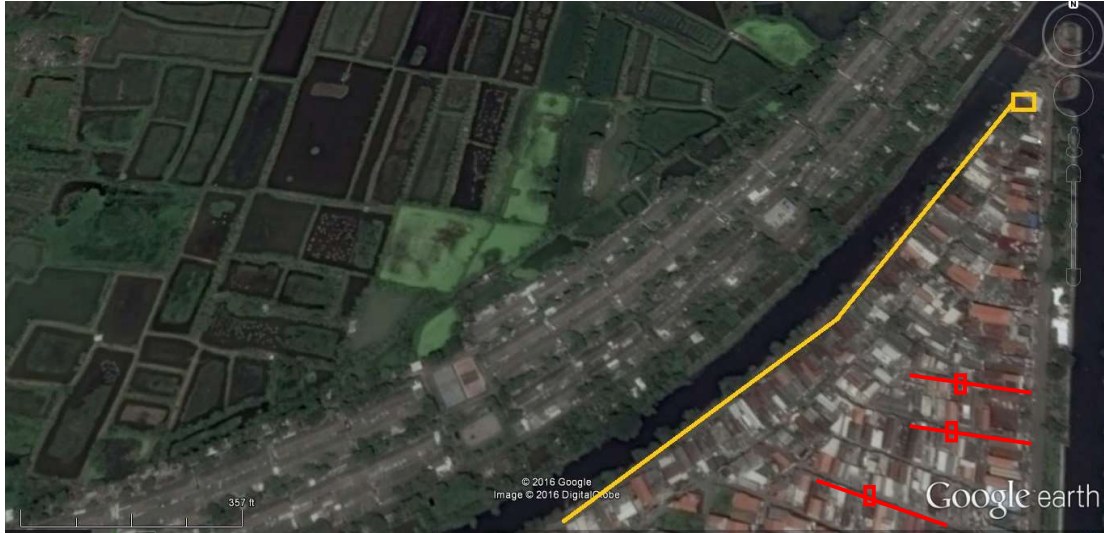
#### **4.3.3. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Kenjeran**

Permukiman Dukuh Bulak Banteng yang terdapat di setren Kali Tebu merupakan salah satu daerah yang masih buang air besar sembarangan. Menurut hasil survey, lokasi tersebut terdapat 100 rumah yang BABS dimana hanya memiliki jamban saja namun saluran perpipaan langsung menuju ke Kali Tebu. Kondisi geografis lokasi tersebut berbatasan dengan :

- |                 |                                         |
|-----------------|-----------------------------------------|
| Sebelah Utara   | : Kali Tebu,                            |
| Sebelah Selatan | : Permukiman Mrutu Kalianyar            |
| Sebelah Barat   | : Permukiman Rumah Dinas TNI, Kali Tebu |
| Sebelah Timur   | : permukiman Bulak Banteng              |

Lokasi ini mempunyai topografi lahan yang relatif datar dengan elevasi muka tanah antara 3 mdpl hingga 4,5 mdpl. Status kepemilikan rumah di stren Kali Tebu Bulak

Banteng adalah hak milik tetapi lahan yang digunakan untuk IPAL terbatas sehingga direncanakan di jalan sebelah saluran drainase. Lebar jalan di sebelah saluran drainase adalah 3,7 meter. Adapun lokasi perencanaan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7 Peta Lokasi Perencanaan IPAL Dukuh Bulak Banteng

Keterangan :  Lokasi IPAL    — Cakupan Pelayanan

Warna kuning = perencanaan air limbah yang akan didetailkan

Warna merah = strategi perencanaan air limbah

*Anaerobic Baffle Reactor* didesain menjadi beberapa kompartemen dimana setiap kompartemen mempunyai panjang yang sama anatara satu dengan yang lain. Hal tersebut bertujuan untuk membuat aliran dapat berjalan dengan stabil dan mencegah adanya proses turbulensi yang berlebih di tiap kompartemennya. Perhitungan neraca massa dibutuhkan untuk mengetahui apakah sistem pengolahan air limbah yang dipakai sudah efektif mengurangi beban pencemar yang ada pada air limbah. Perhitungan neraca massa menggunakan persamaan dari Sasse dkk (2009)

$$\text{COD} = 235 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD} = 142 \text{ mg/l}$$

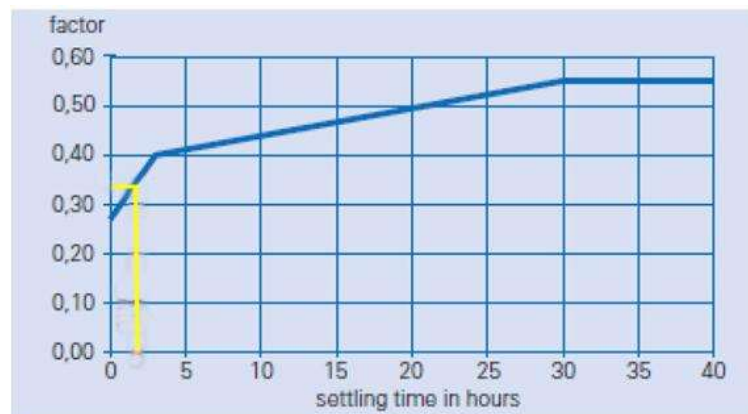
$$\text{TSS} = 140 \text{ mg/l}$$

$$\text{Rasio SS/COD} = \frac{140 \text{ mg/l}}{235 \text{ mg/l}}$$

$$= 0,6$$

Hydraulic Retention Time (HRT) di *settler* = 2 jam

Nilai rasio TSS/COD dan HRT mempengaruhi efisiensi reduksi COD di settler dengan menggunakan grafik pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Faktor reduksi COD pada *settler*

Sumber : Sasse, 2009

Waktu tinggal yang telah ditentukan pada settler adalah 2 jam sehingga diperoleh nilai faktor reduksi COD sebesar 0,37. Nilai faktor tersebut dipakai untuk memperoleh persentase penyisihan COD pada *settler*. Persamaan persentase COD pada *settler* adalah

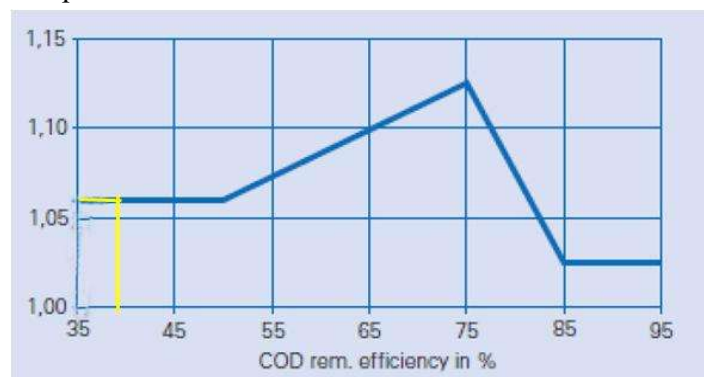
Persentase penyisihan COD pada settler :

$$= ((\text{TSS/COD}) \times \text{faktor reduksi COD}) / 0,6$$

$$= (0,6 \times 0,37) / 0,6$$

$$= 38 \%$$

Efisiensi reduksi COD pada *settler* sebesar 38 %, maka faktor penyisihan COD/BOD yakni sebesar 1,06 berdasarkan grafik. Grafik persentase reduksi BOD pada settler dapat ditunjukkan pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Faktor rasio reduksi BOD pada *settler*

Sumber : Sasse, 2009

Faktor reduksi BOD tersebut akan dipakai dalam perhitungan efisiensi reduksi BOD pada *settler*.

Reduksi BOD pada settler :  $1,06 \times 38 \% = 41 \%$

Jadi konsentrasi COD dan BOD yang masuk pada *Anaerobic Baffle Reactor* adalah sebagai berikut:

$COD = COD_{in} \times (1 - \text{reduksi COD pada settler})$

$= 235 \text{ mg/l} \times (1 - 38\%)$

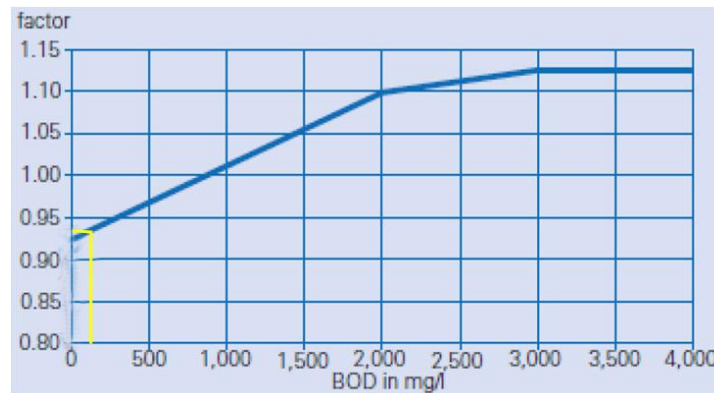
$= 145 \text{ mg/l}$

$BOD = BOD_{in} \times (1 - \text{reduksi BOD pada settler})$

$= 142 \text{ mg/l} \times (1 - 41\%)$

$= 83 \text{ mg/l}$

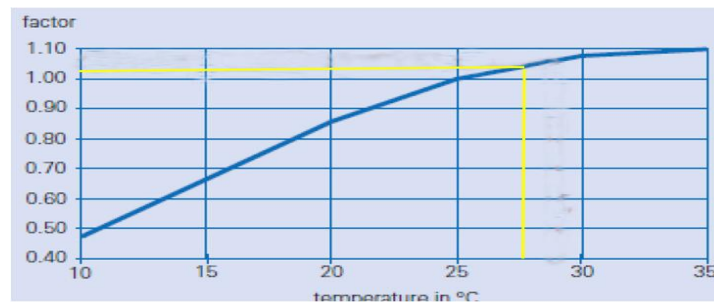
Untuk menghitung faktor *strength* reduksi BOD dapat menggunakan Gambar 4.10 dengan konsentrasi BOD yang masuk pada reaktor *baffled* sebesar 83 mg/l. berdasarkan grafik faktor reduksi BOD dengan konsentrasi BODin nilai faktor yang diperoleh sebesar 0,93.



Gambar 4.10 Faktor reduksi BOD dengan konsentrasi BODin

Sumber : Sasse, 2009

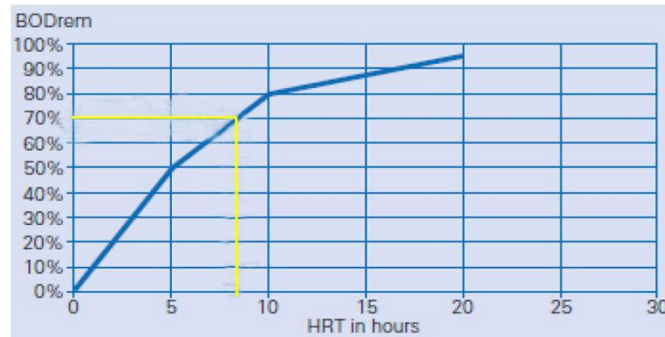
Untuk menghitung faktor penyisihan COD berdasarkan suhu dapat menggunakan Gambar 4.11 dimana suhu yang masuk pada reaktor sebesar 28 0C sehingga diperoleh nilai faktor 1,04



Gambar 4.11 Faktor reduksi COD berdasarkan suhu

Sumber : Sasse, 2009

Untuk menghitung faktor HRT dengan menentukan HRT reaktor yakni 8 jam maka diperoleh nilai faktor penyisihan COD 0,7. Persentase reduksi COD berdasarkan HRT dapat dilihat Gambar 4.12



Gambar 4.12 Persentase reduksi COD berdasarkan HRT

Sumber : Sasse, 2009

Semua nilai faktor yang didapatkan kemudian dapat dihitung estimasi total reduksi COD dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Reduksi COD} &= \text{faktor strength} \times \text{faktor suhu} \times \text{faktor HRT} \\
 &= 0,93 \times 1,04 \times 0,7 \\
 &= 0,67
 \end{aligned}$$

Maka penyisihan COD di *baffled* ABR = 67%

$$\text{COD efluen} = (1 - 67\%) \times 145 \text{ mg/l} = 47,5 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total reduksi COD} &= (1 - \text{CODefluen}) / \text{CODinfluen} \\
 &= (1 - 47,5 \text{ mg/l}) / 235 = 0,91 = 91\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio COD/BOD} = 1,06$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total penyisihan BOD} &= \text{Rasio} \times \text{total reduksi COD} \\
 &= 1,06 \times 0,91 = 93\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BOD efluen} &= (1 - 93\%) \times 142 \text{ mg/l} \\
 &= 10 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Periode pengurasan selama 24 bulan

Berikut ini Neraca Massa untuk pengolahan air limbah domestik :

Influen

$$\begin{aligned}
 \text{Debit air limbah} &= 120 \text{ KK} \times 4 \text{ jiwa/KK} \times 0,7 \times 150 \text{ liter/orang/hari} / 1000 \text{ liter/m}^3 \\
 &= 50 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{BOD} = 142 \text{ mg/l} = 0,142 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{COD} = 235 \text{ mg/l} = 0,235 \text{ kg/m}^3$$



$$\text{TSS} = 140 \text{ mg/l} = 0,14 \text{ kg/m}^3$$

Reduksi

$$M \text{ BOD}_{\text{in}} = \text{debit} \times \text{Konsentrasi BOD} = 7,1 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ COD}_{\text{in}} = \text{debit} \times \text{konsentrasi COD} = 11,75 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ TSS}_{\text{in}} = \text{debit} \times \text{konsentrasi TSS} = 7 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ BOD} = 93\% \times (\text{BOD}) = 6,6 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ COD} = 91\% \times (\text{COD}) = 10,5 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ TSS} = 80\% \times (\text{TSS}) = 5,6 \text{ kg/hari}$$

Efluen

$$M \text{ BOD} = M \text{ BOD influen} - M \text{ BOD reduksi}$$

$$= 7,1 \text{ kg/hari} - 6,6 \text{ kg/hari} = 0,5 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ COD} = M \text{ COD influen} - M \text{ COD reduksi}$$

$$= 11,75 \text{ kg/hari} - 10,5 \text{ kg/hari} = 1,175 \text{ kg/hari}$$

$$M \text{ TSS} = M \text{ TSS Influen} - M \text{ TSS reduksi}$$

$$= 7 \text{ kg/hari} - 5,6 \text{ kg/hari} = 1,4 \text{ kg/hari}$$

Konsentrasi Efluen

$$\text{BOD} = (M \text{ BOD Efluen} / \text{Debit}) \times 1000 = 10 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = (M \text{ COD Efluen} / \text{Debit}) \times 1000 = 23,5 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = (M \text{ TSS Efluen} / \text{Debit}) \times 1000 = 4,2 \text{ mg/l}$$

Tabel 4.9 Proses pengolahan air limbah domestik

No	Parameter	Efisiensi ABR	Influen ABR	Efluen ABR	Baku Mutu Air Limbah Domestik *
		%	mg/L	mg/L	mg/L
1	BOD	93	142	10	30
2	COD	91	235	23,5	50
3	TSS	80	140	4.2	50

Sumber : Sasse (2009), Metcalf and Eddy (2004)

\*. Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013

Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa konsentrasi BOD, COD, dan TSS setelah diolah melalui reaktor Anaerobic Baffle Reactor dan hasilnya telah memenuhi baku mutu air limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air sungai.

#### 4.3.4. Perhitungan Sistem Penyaluran Air Limbah

Proses penyaluran air limbah domestik mempertimbangkan kondisi saat ini di lokasi perencanaan terutama karakteristik elevasi tanah, Penyaluran air limbah di permukiman stren Kali Tebu menggunakan perpipaan kecil yang terhubung dengan bangunan pengolah air limbah. Penyaluran dilakukan melalui pipa pengumpul menuju ke pipa pembawa selanjutnya akan menuju ke IPAL kemudian hasil air olahan IPAL dialirkan ke badan air. Cakupan pelayanan perpipaan tidak terdapat percabangan pipa pembawa dikarenakan seluruh sambungan rumah yang dilayani berada pada stren Kali Tebu Dukuh Bulak Banteng.

Dimensi pipa pengumpul menggunakan diameter 4 inch (10 cm) dan pipa pembawa menggunakan diameter 6 inch (15 cm). Sedangkan kemiringan (Slope) yang digunakan adalah sebesar 0,6%. Perhitungan diameter pipa dapat dilihat pada Tabel 4.11 .

Perhitungan sistem penyaluran adalah sebagai berikut :

Contoh beban pipa A – B

Penggunaan air bersih = 150 l/orang/hari

Debit air limbah yang dihasilkan = 70% x penggunaan air bersih

Faktor puncak (Fpeak) = 4

Direncanakan d/D = 0,8

Kekasaran pipa (n) = 0,013 ( Pipa PVC)

Slope pipa = 0,6%

Penduduk yang terlayani = 27 KK x 4 jiwa = 80 jiwa

a. Debit air limbah

$$\begin{aligned}\text{Debit air limbah} &= 150 \text{ l/orang/hari} \times 80 \text{ jiwa} \times 0,7 \\ &= 13.860 \text{ l/orang/hari} \\ &= 13,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,00016 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

b. Faktor Puncak

$$\begin{aligned}\text{Debit (Q) Puncak} &= \text{debit rata-rata} \times F_p \\ &= 0,00016 \text{ m}^3/\text{detik} \times 4 \\ &= 0,000642 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0.642 \text{ l/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit minimum} &= 0,2 \times (\text{jumlah pengguna}/1000)^{0,2} \times \text{debit rata-rata} \\ &= 0,2 \times (80 \text{ jiwa}/1000)^{0,2} \times 0,00016 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

$$= 0,00002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabulasi perhitungan debit tiap saluran dapat dilihat pada Tabel 4.10 :

Tabel 4.10 Perhitungan Debit Pipa Air Limbah di Stren Kali Tebu Dukuh Bulak Banteng

Pipa	Jumlah KK	Jumlah Orang	Kebutuhan Air		debit air limbah (70%)		Q peak		Qmin	
	KK	jiwa	l/hari	m3/hari	m3/hari	m3/dt	m3/dt	l/dt	m3/dt	l/dt
A-B	33	132	19800	19,8	13,8	0,00016	0,000642	0,642	0,00002	0,02
B-C	28	112	16800	16,8	11,8	0,00014	0,00054	0,544	0,000018	0,018
C-D	33	132	19800	19,8	13,8	0,00016	0,000642	0,642	0,00002	0,02
D-IPAL	26	104	15600	15,6	10,9	0,00013	0,00051	0,5	0,000016	0,016

$$d/D = 0,8$$

$$Q_p/Q_f = 0,85 \text{ didapatkan dari grafik}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{full}} &= \text{debit puncak} / (Q_p/Q_f) \\ &= 0,0004 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,85 \\ &= 0,00063 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa} &= (Q_{\text{full}} \times n / 0,3117 \times S^{0,5})^{0,375} \\ &= (0,00064 \times 0,015 / 0,3117 \times 0,01^{0,5}) \\ &= 0,042 \text{ m} = 4,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter pipa terpakai} = 6 \text{ inch (15 cm)}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit Penuh} &= 0,3117 / n \times (D^{2,67} \times s^{0,5}) \\ &= 0,3117 / 0,015 \times 0,1^{2,67} \times 0,01^{0,5} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3/\text{detik} = 5,3 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{full}} &= \frac{1}{n} \times S^{0,5} \times 0,397 \times D^{2/3} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,005^{0,5} \times 0,397 \times 0,1^{2/3} \\ &= 0,67 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{min}}/Q_{\text{full}} &= 0,021 \text{ liter/detik} / 11,2 \text{ liter/detik} \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$

$$V_{\text{min}} = (V_{\text{min}}/V_{\text{full}}) \times 0,61$$

$$\begin{aligned} \text{Berdasarkan grafik hidraulik nilai } V_{\text{min}}/V_{\text{full}} &\text{ didapatkan } 0,75. \\ &= 0,75 \times 0,61 = 0,53 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Air Limbah

No	Pipa	Koefisien kekasaran	d/D awal	Qpeak/ Qful	Qfull	Slope	Diameter		Diameter terpakai		
					m <sup>3</sup> /detik		m	cm	inch	cm	m
1	A- B	0.013	0.8	0.85	0.00077	0.006	0.056	5.59	6	15	0.15
2	B-C	0.013	0.8	0.85	0.00143	0.006	0.070	7.04	6	15.	0.15
3	C-D	0.013	0.8	0.85	0.00220	0.006	0.083	8.27	6	15	0.15
4	D-IPAL	0.013	0.8	0.85	0.00281	0.006	0.091	9.07	6	15	0.15

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Kecepatan Minimum Pipa Penyaluran Air Limbah

Pipa	Qmin		Koefisien kekasaran	d/D awal	Qpeak /Qfull	Qfull	Slope	Diameter terpakai			Vmin /Vfull	Vfull	Vmin
	m <sup>3</sup> /detik	l/detik				m <sup>3</sup> /detik		inch	cm	m		m/detik	m/dt
A- B	0.000021	0.02140	0.013	0.8	0.85	0.00077	0.0060	6	15	0.15	0.75	0.67	0.53
B-C	0.000018	0.01757	0.013	0.8	0.85	0.00143	0.0060	6	15	0.15	0.75	0.67	0.53
C-D	0.000021	0.02140	0.013	0.8	0.85	0.00220	0.0060	6	15	0.15	0.75	0.67	0.53
D-IPAL	0.000016	0.01607	0.013	0.8	0.85	0.00281	0.0060	6	15	0.15	0.75	0.67	0.53

#### 4.3.5. Perhitungan IPAL ABR

Desain IPAL dengan cakupan pelayanan 100 sambungan rumah yang melayani jumlah penduduk sebanyak 480 jiwa. Berdasarkan data PDAM Kota Surabaya (2016), rata rata konsumsi air bersih warga Surabaya mencapai 150 – 190 liter/orang/hari. Volume air limbah domestik yang dihasilkan adalah 70% dari konsumsi air bersih. Berikut ini adalah perhitungan bangunan pengolah air limbah :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kepala Keluarga} &= 100 \text{ KK} \\ \text{Jumlah Penduduk} &= 100 \text{ KK} \times 4 \text{ jiwa/KK} = 400 \text{ jiwa} \\ \text{Konsumsi air bersih} &= 150 \text{ liter/orang/hari} \\ \text{Persentase air limbah} &= 70 \% \\ \text{Debit air limbah} &= 150 \text{ liter/orang/hari} \times 400 \text{ jiwa} \times 0,7 \\ &= 42.000 \text{ liter/hari} \\ &= 42 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,75 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

##### 4.3.5.1. Desain Bak Kompartemen

Kriteria untuk dimensi ABR (Sasse,2009)

$$\text{Kecepatan aliran} = < 2 \text{ m/jam}, \quad \text{dipilih} = 1,8 \text{ m/jam}$$

$$\text{Waktu detensi (Td)} = \geq 6 \text{ jam}, \quad \text{dipilih} = 10 \text{ jam}$$

$$\text{Kedalaman air bak kompartemen} = 2,5 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang kompartemen} = 50\% \text{ sampai dengan } 60\% \text{ dari kedalaman, dipilih } 50\%$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tiap bak kompartemen} &= \text{debit air limbah} / \text{kecepatan aliran} \\ &= 1,75 \text{ m}^3/\text{jam} / 1,8 \text{ m/jam} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Panjang kompartemen} = 50\% \times 2,5 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{Lebar kompartemen} = 1,5 \text{ meter}$$

$$\text{Kecepatan aktual } upflow = 3.5 \text{ m}^3/\text{jam} / (1,25 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 1,9 \text{ m/jam}$$

Perhitungan jumlah kompartemen

$$\text{Tinggi jagaan} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap kompartemen} &= \text{panjang kompartemen} \times \text{lebar kompartemen} \times \text{kedalaman} \\ &\quad \text{kompartemen}\end{aligned}$$

$$= (1,25 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 5.3 \text{ meter}$$

$$\text{Total volume ABR} = \text{debit air limbah} \times \text{waktu detensi}$$

$$= 1,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 17,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah Kompartemen} = \text{volume total kompartemen} / \text{volume tiap kompartemen}$$

$$= 17,5 \text{ m}^3 / 5,3 \text{ m}^3 = 3,4 \text{ kompartemen} = 4 \text{ kompartemen}$$

$$\text{Volume desain} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{kedalaman} \times \text{jumlah kompartemen}$$

$$= 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 4 = 23,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Cek organic loading rate} = \frac{\text{Debit} \times \text{konsentrasi COD}}{\text{Volume desain}} = \frac{1,75 \times 235 \frac{\text{kg}}{1000\text{L}}}{23,25 \text{ m}^3}$$

$$= 0,28 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari} \rightarrow \text{memenuhi kriteria } (0,22 - 3)$$

Panjang total kompartemen Anaerobic Baffled Reactor

$$\text{Panjang} = 1,5 \text{ m} \times 4 \text{ kompartemen} = 6 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = 1,5 \text{ meter}$$

$$\text{Kedalaman} = 2,5 \text{ m} + 0,3 \text{ m} = 2,8 \text{ m}$$

### **Perhitungan Dimensi Bak Pengendap (Settler) Anaerobic Baffle Reactor**

$$\text{Kedalaman} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu detensi pada Bak Pengendap} = 3 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Ruang Lumpur} = (\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{ef}}) / 1000 \times \text{debit puncak air limbah}$$

$$= (142 \text{ mg/l} - 83 \text{ mg/l}) / 1000 \times 84 \text{ m}^3/\text{hari} \times 24 / 30 = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air limbah} = \text{debit puncak air limbah} \times \text{waktu detensi bak pengendap}$$

$$= 84 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam/hari} \times 3 \text{ jam}$$

$$= 3,5 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} = 10,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume} = \text{Volume ruang lumpur} + \text{Volume air limbah}$$

$$= 4 \text{ m}^3 + 10,5 \text{ m}^3$$

$$= 14,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang} = \text{Volume} / \text{Kedalaman} / \text{Lebar}$$

$$= 14,5 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} / 1,5 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

### **Perhitungan Sumur Pengumpul**

Kriteria perencanaan sumur pengumpul

$$\text{Waktu detensi} = 10 \text{ menit}$$

Perhitungan

Jumlah	= 1 unit sumur pengumpul
Debit rencana	= $3,5 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,06 \text{ m}^3/\text{menit}$
Tinggi	= 1 m
Luas Bak	= $\text{Volume} / \text{tinggi} = 0,6 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 0,6 \text{ m}^2$
Rasio Panjang : Lebar	= 1 : 1
	= 0,8 m
Cek volume	= $1 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,6 \text{ m}^3$
Cek waktu detensi	= $\text{volume} / \text{debit air limbah}$
	= $0,6 \text{ m}^3 / 0,06 \text{ m}^3/\text{menit}$
	= 10 menit

### Perhitungan Pompa

- Debit (Q) : 1 l/detik
- Pipa sadap : 1 unit
- Kecepatan aliran : 1,25 m/detik
- Beda elevasi : 3,8 m
- Pompa : Submersible Pump
- Panjang pipa : 3,7 m
- C pipa PVC : 120

### Perhitungan:

- A pipa =  $0,001 \text{ m}^3/\text{detik} / 1,25 \text{ m/s}$   
=  $0,008 \text{ m}^2$

- D pipa =  $\sqrt{\frac{4 \times 0,0016 \text{ m}^2}{3,14}}$   
= 3,2 cm

Digunakan pipa dengan diameter 50 mm (2inch)

- V cek =  $0,001 \text{ m}^3/\text{detik} / (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05^2)$   
=  $0,33 \text{ m/detik}$

- Hf =  $\frac{L}{(0,00155 \times C \times D^{2,63})^{1,85}} \times Q^{1,85}$   
=  $\frac{3,7 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 1 \text{ l/detik}^{1,85}$   
= 0,03 m

$$\blacksquare H_m = K [ v^2 / ( 2 \times g ) ]$$

Aksesoris yang dipakai adalah bend 90<sup>0</sup>. Nilai K Bend 90<sup>0</sup> adalah 6, maka Hm pompa adalah

$$= K [ (0,33^2 \text{ m/detik} / ( 2 \times 9,81 ) ]$$

$$= 0,033 \text{ m}$$

$$\blacksquare H_v = [ v^2 / ( 2 \times 9,81 ) ]$$

$$= [ 0,33^2 / ( 2 \times 9,81 ) ] = 0,0055 \text{ m}$$

$$\blacksquare \text{ Total Head pompa} = H_f + \text{Beda Elevasi} + H_m + H_v$$

$$= 0,03 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 0,033 + 0,0055 \text{ m} = 3,8 \text{ m}$$

#### 4.3.5.2. Perhitungan Produksi Lumpur

Dalam proses pengolahan air limbah pada ABR akan menghasilkan lumpur. Perhitungan lumpur di bak pengendap dan kompartemen ABR adalah sebagai berikut:

##### a. Produksi Lumpur di Bak Pengendap

Data :

$$\text{Debit total air limbah} = 42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Total Suspended Solid yang diolah} = 140 \text{ mg/l}$$

$$\text{Periode pengurasan} = 24 \text{ bulan}$$

$$\text{Densitas Suspended Solid} = 2,65 \text{ kg/l}$$

$$\text{Kadar solid lumpur} = 3 \% (2\% - 5\% \text{ menurut Metcalf and Eddy, 2004})$$

Berdasarkan waktu detensi adalah 2 jam pada Gambar 4.13, diperoleh persen removal TSS = 55 %, maka TSS yang tereduksi adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduksi Konsentrasi TSS} = \text{TSS in} \times \% \text{ penyisihan TSS}$$

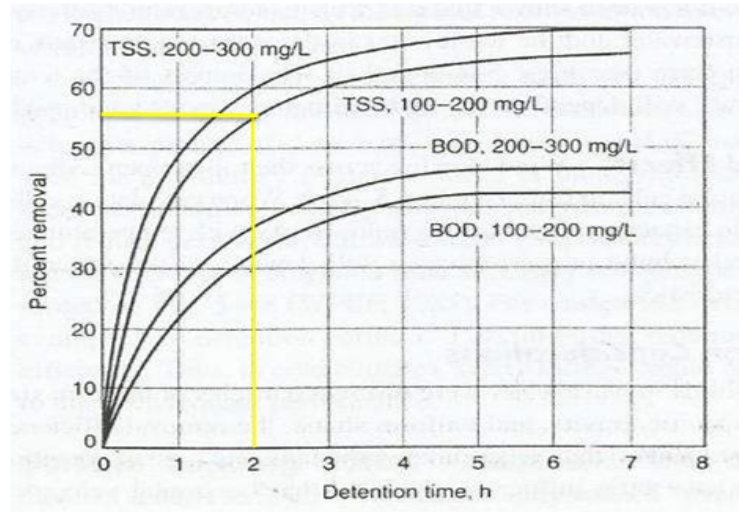
$$= 140 \text{ mg/l} \times 55 \% = 77 \text{ mg/l}$$

$$\text{Reduksi TSS} = \text{TSS in} \times \text{debit air limbah} \times 55\%$$

$$= 140 \text{ mg/l} \times 42 \text{ m}^3/\text{hari} \times 55\%$$

$$= 4 \text{ kg/hari}$$

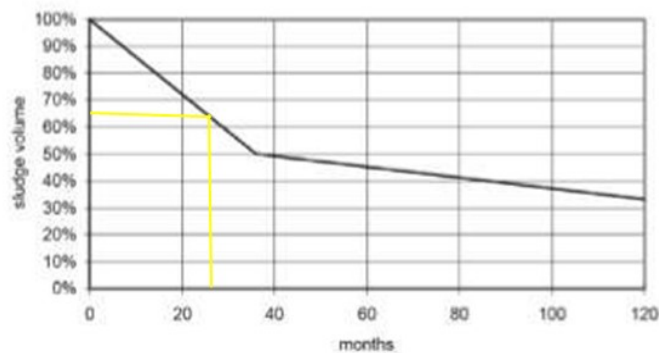




Gambar 4.13 Persentase reduksi TSS dan BOD di Bak Pengendap

Sumber: Metcalf and Eddy, 2004

Berat lumpur air limbah domestik selama 24 bulan dihitung dengan menggunakan grafik pada Gambar 4.14 untuk dapat memperoleh persentase stabilisasi lumpur.



Gambar 4,14 Faktor reduksi volume lumpur selama penyimpanan

Dari hasil grafik pada Gambar 4.14 diketahui bahwa persentase lumpur yang tereduksi adalah 65% sedangkan persentase lumpur yang stabil adalah 35%. Sehingga didapatkan berat lumpur selama 24 bulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Lumpur} &= \text{TSS reduksi} \times \% \text{ lumpur stabil} \times \text{periode pengurangan} \\
 &= 4 \text{ kg/hari} \times 35\% \times 24 \text{ bulan} \times 365 \text{ hari} \\
 &= 1081,78 \text{ kg/24 bulan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas lumpur} &= \frac{(\text{Kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \text{densitas air})}{100\%} \\
 &= \frac{(3\% \times 2,65) + (97\% \times 1)}{100\%} = 1,0495 \text{ kg/l}
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume lumpur} = \frac{\text{massa lumpur}}{\text{densitas lumpur}} = \frac{1081,8 / 2 \text{ tahun}}{1,0495 \text{ kg/l}} = 1031 \text{ liter} = 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi Lumpur} = \frac{\text{volume lumpur}}{A \text{ surface settling}} = \frac{1,030 \text{ m}^3}{6,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}} = 0,1 \text{ m}$$

#### b. Produksi Lumpur di Kompartemen 1

Diketahui

Debit air limbah = 42 m<sup>3</sup>/hari

TSS = 77 mg/l

Periode pengurasan = 2 tahun

Waktu detensi = 2,5 jam

Densitas solid lumpur = 2,65 kg/l

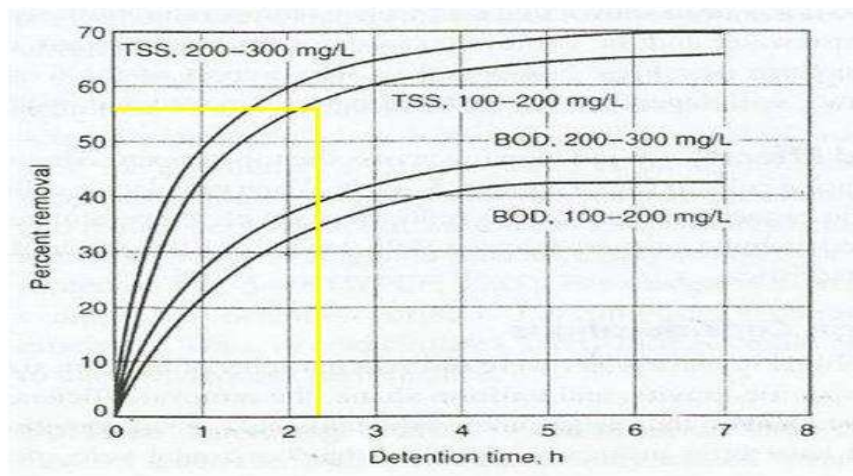
Perhitungan :

Kadar solid lumpur = 5%

Dengan waktu detensi 2,3 jam, diperoleh persen reduksi TSS saat diplotkan pada grafik persentase removal TSS dan BOD di kompartemen pada Gambar 4.15 adalah 55%.

Perhitungan reduksi TSS adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Reduksi TSS} &= \text{Massa TSS influen} \times \% \text{ reduksi TSS} \\ &= (77 \text{ mg/l} \times 42 \text{ m}^3/\text{hari}/1000) \times 55\% \\ &= 1,8 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$



Gambar 4.15 Persentase reduksi BOD dan TSS di kompartemen

Perhitungan volume lumpur yang didapatkan berdasarkan konsentrasi TSS adalah

$$\begin{aligned} \text{Berat Lumpur} &= \text{Massa TSS removal} \times \% \text{solid stabilisasi} \times \text{periode pengurasan} \\ &= 1,8 \text{ kg/hari} \times 35\% \times 2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \\ &= 454,5 \text{ kg/2tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Densitas Lumpur} &= \frac{(\text{Kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \text{densitas air})}{100 \%} \\ &= \frac{(5\% \times 2,65 \text{ kg/l}) + (95\% \times 1 \text{ kg/l})}{100 \%} = 1,0825 \text{ kg/l}\end{aligned}$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{\text{berat lumpur}}{\text{densitas lumpur}} = \frac{454,5 \text{ kg/2tahun}}{1,0825 \text{ kg/l}} = 433 \text{ liter} = 0,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi Lumpur} = \frac{\text{volume lumpur}}{\text{A surface settling}} = \frac{0,43 \text{ m}^3}{1,3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}} = 0,15 \text{ m}$$

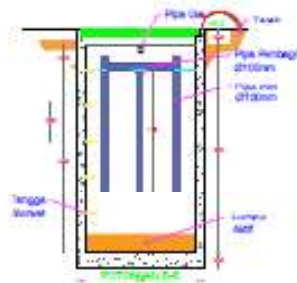
Tabulasi perhitungan volume lumpur di tiap kompartemen dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Lumpur di Tiap Kompartemen Selama 2 Tahun

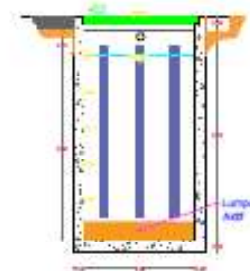
Kompartemen	TSS influen	Massa TSS removal	Massa Lumpur	Volume Lumpur	Tinggi Lumpur
	kg/m <sup>3</sup>	kg/hari	kg/2 tahun	m <sup>3</sup>	m
bak pengendap	0.14	4	1081.79	1.03	0.11
1	0.077	1.8	454.46	0.43	0.15
2	0.002	0.98	249.95	0.24	0.09
3	0.002	0.54	137.47	0.13	0.05
4	0.00265	0.30	75.61	0.07	0.06

Denah IPAL dan detail potongan IPAL dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17 sebagai berikut:.

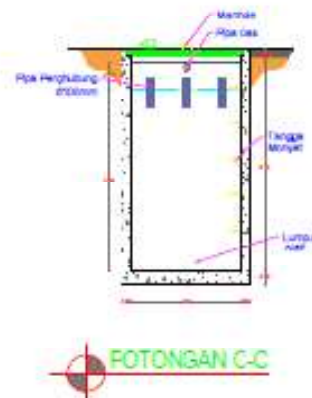




POTONGAN E-E



POTONGAN D-D



POTONGAN C-C

#### 4.3.5.3. Perhitungan Pipa Inlet dan Pipa Outlet pada Anaerobic Baffle Reactor

Direncanakan :

Kecepatan aliran = 0,3 m/detik

Debit = 1,75 m<sup>3</sup>/jam = 0,0004 m<sup>3</sup>/detik

A = Debit / kecepatan aliran  
= 0,0004 m<sup>3</sup>/detik / 0,3 m/detik  
= 0,0016 m<sup>2</sup>

Diameter = 10 cm

Headloss =  $\left( \frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L =$   
 $= \left( \frac{(0,3^2)}{(0,00155 \times 150 \times 10 \text{ cm}^{2,63})} \right)^{1,85} \times 1,5 \text{ m} = 0,0031 \text{ m}$

Head Total =  $\frac{v^2}{2 \times 9,81}$   
 $= \frac{(0,3^2)}{2 \times 9,81} = 0,0046$

Head Total = Head Kecepatan + Headloss  
= 0,0046 m + 0,0031 m  
= 0,008 m

#### 4.3.6. Perhitungan Penanaman Pipa

Perhitungan penanaman pipa berdasarkan besar slope pipa yang telah didesain pada dimensi pipa. Kedalaman penanaman pipa direncanakan minimum 0,6 m di bawah permukaan tanah. Perencanaan perhitungan penanaman pipa A-B adalah sebagai berikut :

Diameter pipa = 0,1 m  
Slope yang direncanakan = 0,005 (*slope pipa*)  
Panjang Saluran = 100 m  
Kedalaman pipa awal = 0,6 m  
Elevasi muka tanah awal = 4,2 m  
Elevasi muka tanah akhir = 3,9 m  
HL = slope x panjang saluran  
= 0,005 x 100 = 0,5 m  
Kedalaman awal  
Elevasi tanah atas = 4,2 m

$$\text{Elevasi awal pipa atas} = 4,2 \text{ m} - 0,6 \text{ m} = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi awal pipa bawah} = 3,6 \text{ m} - 0,15 \text{ m} = 3,45 \text{ m}$$

Kedalaman akhir

$$\text{Elevasi awal pipa atas} = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi awal pipa atas} = 3,6 \text{ m} - 0,5 \text{ m} = 3,1 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi akhir pipa bawah} = 3,1 \text{ m} - 0,15 = 2,95 \text{ m}$$

Kedalaman penanaman

$$\text{Awal} = \text{elevasi tanah awal} - \text{elevasi pipa awal bawah}$$

$$= 4,2 \text{ m} - 3,45 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Akhir} = 3,9 \text{ m} - 2,95 \text{ m} = 0,95 \text{ m}$$

Tabulasi perhitungan penanaman pipa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Penanaman Pipa

No	Pipa	Slope	Diameter terpakai			L	Elevasi		Elevasi Pipa Awal (m)		Elevasi Pipa Akhir (m)		Kedalaman Penanaman (m)	
			inch	cm	m		Awal	Akhir	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
1	A- B	0.0050	6	15	0.15	100	4.20	3.90	3.60	3.45	3.10	2.95	0.75	0.95
2	B-C	0.0050	6	15	0.15	100	3.90	3.70	3.10	2.95	2.60	2.45	0.95	1.25
3	C-D	0.0050	6	15	0.15	100	3.70	3.40	2.60	2.45	2.10	1.95	1.25	1.45
4	D-IPAL	0.0050	6	15	0.15	100	3.40	3.20	2.10	1.95	1.60	1.45	1.45	1.75

Sumber : hasil analisa



## 4.5 Aspek Finansial

### 4.4.1 Analisis Bill Of Quantity (BOQ) Kebutuhan Pipa

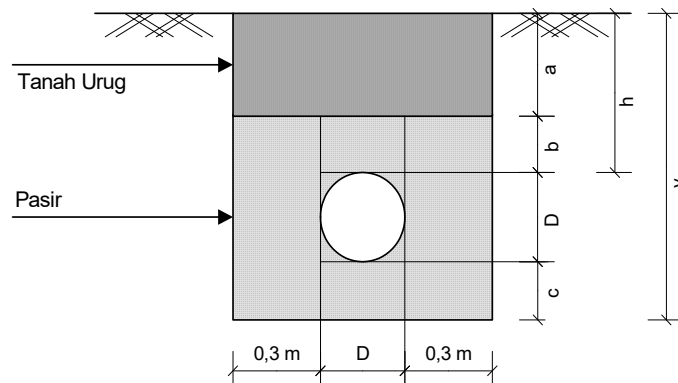
Dalam sistem pengaliran air limbah, pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa tipe PVC. Perhitungan dimensi pipa direncanakan untuk menentukan panjang dan diameter pipa. Setiap 1 (satu) pipa PVC mempunyai panjang 6 meter kemudian dilanjutkan perhitungan jumlah kebutuhan pipa PVC. Pipa lateral menggunakan pipa PVC berukuran 6 inch dan pipa persil menggunakan pipa PVC berukuran 4 inch. Detail rincian kebutuhan perpipaan dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini:

Tabel 4.15 Jumlah Kebutuhan Pipa Lateral dan Pipa Persil Dukuh Bulak Banteng

Diameter Pipa (cm)	Panjang Pipa (m)	Panjang Pipa (m)	Jumlah Kebutuhan (m)
10 cm	312.5	52.1	52
15 cm	400	66.7	67

### BOQ Urugan dan Galian Pipa

Untuk galian pipa direncanakan berbentuk seperti pada Gambar 4.17. yaitu galian normal. Penanaman pipa dari muka tanah direncanakan sesuai hasil perhitungan penanaman pipa dengan diameter pipa yang telah didapatkan.



Gambar 4.18 Bentuk Tipikal Galian Pipa Air Limbah

Tabel 4.16 Dimensi Saluran yang direncanakan

Diameter	a (m)	b (m)	C (m)
10 cm	0.6	0.1	0.1
15 cm	0.7	0.1	0.1

Tabel 4.17 Dimensi Galian yang terpakai

Jalur Pipa	Diameter (cm)	a (m)	b (m)	c (m)
A-B	15 cm	0.7	0.1	0.1
B-C	15 cm	0.7	0.1	0.1
C-D	15 cm	0.7	0.1	0.1
D= IPAL	15 cm	0.7	0.1	0.1

Setelah didapatkan hasil dimensi galian yang dipakai dalam penanaman pipa lateral, langkah selanjutnya menghitung volume galian pipa sebagai berikut ini:

- $D$  = diameter pipa.
- $h$  = kedalaman penanaman pipa.
- $h_1$  = kedalaman penanaman pipa awal.
- $h_2$  = kedalaman penanaman pipa akhir.
- $y$  = kedalaman galian =  $h + D + c$ .
- $y_1$  = kedalaman galian awal.
- $y_2$  = kedalaman galian akhir.
- $x = y_2 - y_1$ ,  $z = ((y_1^2) + (L \text{ pipa}^2))^{1/2}$
- Volume galian I =  $[(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times Ld$
- Volume galian II =  $\frac{1}{2}[(0,3 \times 2) + D] \times x \times Ld$
- Volume galian total = Volume galian I + Volume galian II
- Volume pipa =  $\frac{1}{4} \pi D^2 \times Ld$
- Volume urugan pasir =  $[D + (0,3 \times 2)] \times (b + D + c) \times Ld - \text{Volume pipa}$ .
- Volume Sisa Tanah Galian = Volume galian total – Volume urugan pasir.

Contoh perhitungan BOQ galian pipa lateral saluran A-B adalah sebagai berikut :

- $D = 152,4 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$
- Panjang saluran =  $L \text{ pipa} = 100 \text{ m}$
- $h_1 = 0,75 \text{ m}$ ,  $h_2 = 0,95 \text{ m}$
- $y_1 = h_1 + D + c = 0,75 + 0,15 + 0,1 = 1, \text{ m}$
- $y_2 = h_2 + D + c = 0,95 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{ m}$
- $x = y_2 - y_1 = 1,2 - 1,0 = 0,2 \text{ m}$
- $Z = [(1,^2) + (100^2)]^{1/2} = 100 \text{ m}$

- Volume galian I  $= [(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times Z$   
 $= [(0,3 \times 2) + 0,6] \times 3,35 \times 100$   
 $= 78,75 \text{ m}^3$
- Volume galian II  $= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times x \times Ld$   
 $= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + 0,6] \times 0,2 \times 100$   
 $= 7,5 \text{ m}^3$
- Volume galian total  $= \text{Volume galian I} + \text{Volume galian II}$   
 $= 78,75 + 7,5 = 86,25 \text{ m}^2$
- Volume pipa  $= \frac{1}{4} \pi D^2 \times Psaluran$   
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,6)^2 \times 100$   
 $= 1,77 \text{ m}^3$
- Volume urugan pasir  $= [(D + (0,3 \times 2)) \times (b + D + c) \times Ld] - \text{Volume Pipa}$   
 $= [(0,15 + (0,3 \times 2)) \times (0,15 + 0,15 + 0,15) \times 100]$   
 $- (1,77)$   
 $= 31,98 \text{ m}^3$
- Volume Sisa Tanah Galian  $= \text{Volume galian total} - \text{Volume urugan pasir.}$   
 $= 86,25 - 31,98$   
 $= 54,27 \text{ m}^3$

Hasil Perhitungan BOQ galian saluran pipa secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Perhitungan BOQ Galian Saluran Pipa

Jalur		D	L	$h_1$	$h_2$	$y_1$	$y_2$	x	z	V.Galian <sub>1</sub>	V.Galian <sub>2</sub>	V. Galian Total	V. Pipa	Vol.Urugan Pasir	Vol. Sisa Tanah Galian
Awal	Akhir	(cm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
A	B	15	100	0,75	0,95	1	1,2	0,2	100	78,75	7,50	86,25	1,77	31,98	54,27
B	C	15	100	0,95	1,25	1,25	1,55	0,3	100	93,75	11,25	105,00	1,77	31,98	73,02
C	D	15	100	1,25	1,45	1,55	1,75	0,2	100	116,25	7,50	123,75	1,77	31,98	91,77
D	IPAL	15	100	1,45	1,75	1,75	2,05	0,3	100	131,25	11,25	142,50	1,77	31,98	110,52

### Rincian Kebutuhan Manhole

kebutuhan Manhole yang diperlukan berdasarkan dari perhitungan total jumlah manhole dalam sistem penyaluran air limbah Dukuh Bulak Banteng. Berikut ini adalah contoh perhitungan kebutuhan Manhole:di saluran A-B dan hasil perhitungan keseluruhan kebutuhan manhole dapat dilihat pada Tabel 4.19:

Panjang = 1,25 meter

Lebar = 1,25 meter

Tinggi Manhole = kedalaman akhir galian pipa (y2)

Volume = jumlah manhole x panjang x lebar x tinggi  
=  $1 \times 1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 1,88 \text{ m}^3$

Volume Lantai = jumlah manhole x panjang x lebar x tebal lantai  
=  $1 \times 1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 0,156 \text{ m}^3$

Volume Balok =  $0,15 \times 0,15 \times \text{jumlah balok} \times \text{tinggi}$   
=  $0,15 \times 0,15 \times 4 \times 1,2 = 0,11 \text{ m}^3$

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Manhole

Jalur	Jumlah MH	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Tebal Lantai MH (m)	Vol Lantai (m <sup>3</sup> )	Luas m <sup>2</sup>	Balok (m <sup>3</sup> )	Dinding (m <sup>2</sup> )
A-B	1	1.20	1.25	1.25	1.88	0.1	0.16	1.56	0.11	3.45
B-C	1	1.55	1.25	1.25	2.42	0.1	0.16	1.56	0.14	4.46
C-D	1	1.7	1.25	1.25	2.73	0.1	0.16	1.56	0.16	5.03
D-IPAL	1	1.7	1.25	1.25	3.13	0.1	0.16	1.56	0.18	5.75
Total					10,16		0,625	6,25	0,585	18,7

### 4.4.2 Rencana Anggaran Biaya

Analisis harga satuan dari harga satuan pokok kerja (HSPK) kota Surabaya tahun 2015 digunakan untuk membuat Rencana Anggaran Biaya. Rencana anggaran biaya terdiri dari pekerjaan pembangunan sistem penyaluran air limbah dan pekerjaan pembangunan IPAL. Hasil perhitungan RAB pekerjaan pembangunan IPAL dan SPAL di Dukuh Bulak Banteng adalah sebagai berikut:

#### Rencana Anggaran Biaya Pembangunan SPAL

Pekerjaan yang dipakai dalam rencana anggaran biaya sistem penyaluran air limbah antara lain pekerjaan pengadaan pipa dan aksesoris, pengadaan manhole dan pekerjaan pemasangan pipa. Seluruh biaya pekerjaan diperoleh

berdasarkan hasil perhitungan volume yang dikalikan dengan HSPK Kota Surabaya tahun 2015.

Rincian Biaya pekerjaan pengadaan pipa lateral dan pipa persil berdasarkan dari volume pipa PVC. Panjang pipa yang diperlukan dibagi dengan 6 meter setiap panjang 1 pipa dalam menentukan volume pipa PVC. Berikut ini hasil perhitungan biaya pengadaan pipa pada Tabel 4.20 :

Tabel 4.20 Perhitungan Biaya Pengadaan Pipa Lateral dan Pipa Persil

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	<b>PENGADAAN PIPA</b>				
1	Pipa PVC AW 10 cm	bh	52	48.895	2.438.568
2	Pipa PVC AW 15 cm	bh	67	153.864	10.308.888
<b><i>SUB TOTAL PEKERJAAN PIPA</i></b>					12.747.456

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa anggaran yang diperlukan untuk pengadaan pipa air limbah di Dukuh Bulak Banteng kelurahan Bulak Banteng sebesar Rp 12.747.456. sedangkan rincian harga satuan yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan pipa lateral dan pipa persil dapat dilihat pada Tabel 4.21 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.21 Pekerjaan Pemasangan Pipa Lateral dan Pipa Persil

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	580,12	94.500	54.822.104
2	Buangan tanah lebih 150 m	m <sup>3</sup>	151,84	57.000	8.654.880
3	Pemasangan Pipa Persil PVC 4 inch	m <sup>1</sup>	140.32	60,216	8.449.509
4	Pemasangan Pipa Lateral PVC 6 inch	m <sup>1</sup>	300.96	69,234	20.836.665
5	Urugan pasir dasar pipa	m <sup>3</sup>	142,83	203,100	29.009.991
6	Urugan tanah dipadatkan	m <sup>3</sup>	437,292	55,500	24.269.710
7	Pekerjaan Lantai	m <sup>2</sup>	100	264.700	26.470.000
<b><i>SUB TOTAL Pemasangan Pipa Dukuh Bulak Banteng</i></b>					172.512.800

Dari Tabel 4.20 diperoleh bahwa anggaran yang diperlukan dalam pekerjaan pemasangan pipa SPAL di Dukuh Bulak Banteng Kelurahan Bulak Banteng sebesar Rp. 172.512.860. Sedangkan

Kemudian dilakukan uraian pekerjaan pengadaan manhole dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut ini:

Tabel 4.22 Perhitungan Pekerjaan Pengadaan Manhole

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m3	10.16	94,500	959,766
2	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m3	10.16	33,800	343,281
3	Urugan pasir	m3	0.63	203,100	126,938
4	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m3	0.59	141,000	82,485
5	Pasangan dinding bata merah	m3	19.55	141,000	2,756,109
6	Pelapisan Waterproofing	m2	19.55	59,800	1,168,903
7	Buangan tanah lebih dari 150m	m3	10.16	57,000	578,906
	Total Pekerjaan Manhole				6,016,388

Dari Tabel 4.22 diperoleh keseluruhan biaya pekerjaan manhole yang dibutuhkan sebesar Rp 6.016.388.

### Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL

Rencana anggaran biaya pembangunan IPAL yang meliputi pekerjaan pembangunan IPAL dan pembangunan sumur pengumpul. Berikut ini rincian pekerjaan pembangunan sumur pengumpul dan IPAL ABR dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan Tabel 4.24 :

Tabel 4.23 Pekerjaan Pembangunan Sumur Pengumpul

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	0,5493	94,500	51,904
2	Beton Penutup	m <sup>3</sup>	0,1690	1,088,500	183,957
3	Lantai Kerja	m <sup>3</sup>	0,0423	1,088,500	45,989
4	Pembetonan dinding	m <sup>3</sup>	1,6800	1,100,200	1,848,336
5	Urugan Pasir	m <sup>3</sup>	0,0563	203,100	11,424
6	Pompa	Bh	1	12,000,000	12,000,000
7	Tutup Manhole	Bh	1	1,088,500	1,088,500
8	Bend PVC 90	Bh	2	232,230	464,460

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
9	Pipa Outlet 60 mm	Bh	3	24,751	74,253
10	Tangga	Kg	4	11,193	44,772
<b><i>SUB TOTAL Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul</i></b>					15,813,595

Tabel 4.24 Pekerjaan Pembangunan IPAL ABR

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m3	44.55	94,500	4,209,975.00
2	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m3	44.55	33,800	1,505,790.00
3	Urugan pasir	m3	2.97	203,100	603,207.00
4	lantai kerja	m3	2.97	983,200	2,920,104.00
5	Pekerjaan kolom beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m3	0.06	6,004,779	364,790.32
6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m3	11.61	6,395,469	74,251,395.09
7	Pekerjaan plat beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m3	2.97	3,057,799	9,081,663.03
8	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m3	2.97	3,057,799	9,081,663.03
9	Pelapisan Waterproofing	m2	14.58	59,800	871,884.00
10	Pengurugan tanah dengan pemadatan	m3	4.95	55,500	274,725.00
Sub Total Pembangunan IPAL ABR					103,165,196.47

Total anggaran pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem perpipaan 100 SR di Dukuh Bulak Banteng Kelurahan Bulak Banteng dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut ini :

Tabel 4.25 Investasi Rekapitulasi Rencana Pengelolaan Air Limbah Domestik

No	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
A	Pekerjaan pemasangan pipa	172.512.860
B	Pengadaan dan pemasangan Manhole	6.016.388
C	Pengadaan dan pemasangan pipa	12.747.456
D	Pekerjaan Pembangunan IPAL ABR	103.165.196
E	Pekerjaan Pembangunan Sumur Pengumpul	15.813.595



No	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
	Jumlah	310.255.495
	PPN 10%	31.025.550
	Jumlah Total	341.281.045
	Dibulatkan	<b>341.282.000</b>

Berdasarkan dari Tabel 4.25 didapatkan bahwa kebutuhan anggaran investasi untuk pembangunan IPAL dan sistem penyaluran air limbah domestik di Dukuh Bulak Banteng Kelurahan Bulak Banteng sebesar Rp 341.282.000.

#### 4.4.3 Biaya Operasional dan Pemeliharaan IPAL Limbah Domestik

Masyarakat pengguna yang terlayani oleh IPAL didorong untuk berpartisipasi dalam kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan. Masyarakat perlu bertanggung jawab dalam sarana prasarana pengolahan air limbah mereka agar keberlangsungan kinerja IPAL tetap terjaga. Biaya operasional dan pemeliharaan yang dibutuhkan untuk pemeliharaan kinerja IPAL Perencanaan biaya pemeliharaan perlu dilaksanakan setiap tahun. Rincian biaya kebutuhan operasional IPAL dapat ditunjukkan pada Tabel 4.26

Tabel 4.26 Rincian biaya operasional

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Harga (Rp)	Biaya Per Bulan (Rp)
1	Konsumsi listrik	0.11 Kw (pompa submersible air limbah) x Rp 1500 / Kwh x 10 jam/hari	49500	49500
2	Honor Operator	4 kali dalam sebulan @ Rp 70.000/pengecekan x 1 orang	280000	280.000
3	Pemeliharaan Bak ABR dan Pengurasan	Pengurasan dilakukan setiap 2 tahun	4.200.000	175.000
Jumlah				504.500

Biaya yang dibutuhkan untuk operasional dan pemeliharaan IPAL berdasarkan dari hasil analisa pada Tabel 4.25 setiap bulan sebesar Rp 504.500. Pembiayaan operasional dan pemeliharaan IPAL ditanggung oleh masyarakat sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor

04 tahun 2017. Menurut hasil survey kuisioner dan wawancara dengan warga stren Kali Tebu permukiman Dukuh Bulak Banteng, warga bersedia untuk berpartisipasi menanggung biaya operasional dan pemeliharaan dengan membayar iuran berkisar Rp 5.000 sampai dengan Rp 10.000. Kemudian didapatkan iuran per KK tiap bulan sebesar Rp 5.045 dibulatkan menjadi Rp 5.100 berdasarkan hasil perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan per bulan.

#### **4.4.4. Analisa Manfaat Biaya**

Identifikasi manfaat dan kebutuhan biaya apa saja yang harus ditanggung dari suatu pembangunan diperlukan dalam melakukan analisis manfaat biaya. Manfaat berupa semua pengaruh positif yang akan berdampak pada masyarakat pengguna dari keberlangsungan suatu pembangunan. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2015, jumlah penderita diare di Kelurahan Bulak Banteng rata-rata mencapai 22 orang per RT.

Manfaat yang didapatkan dari pembangunan IPAL komunal adalah mencegah terkena penyakit diare. Rata rata biaya pengobatan penderita diare yang dikeluarkan sebesar Rp 610.445 menurut Handayani, 2012. Masyarakat yang memanfaatkan IPAL Komunal akan lebih mudah perawatannya bila dibandingkan dengan pengurusan tangki septik individu. Biaya penyedotan tangki septik rata-rata saat ini sebesar Rp 350.000 dalam kurun waktu 3 tahun. Penggunaan IPAL Komunal akan mengurangi angka penderita diare yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan dari buang air besar sembarangan.

Biaya pembangunan, biaya pemeliharaan IPAL dan tingkat bunga 10% serta estimasi umur pembangunan 10 tahun digunakan dalam melakukan perhitungan analisis biaya manfaat.

Rincian biaya yang dikeluarkan dan biaya manfaat yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Biaya yang dikeluarkan

1. Biaya investasi IPAL = Rp 341.282.000
2. Biaya operasional per bulan = Rp 6.054.000 per tahun

Biaya manfaat

1. Penyedotan lumpur tinja

$$(\text{Rp } 350.000/3 \text{ tahun} \times 100 \text{ rumah}) = \text{Rp } 11.670.000 \text{ per tahun}$$

2. terhindar dari penyakit diare (jumlah penderita

$$\text{Diare per tahun} \times \text{biaya pengobatan} = \text{Rp } 13.430.000 \text{ per tahun}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis kelayakan dari pembangunan IPAL berdasarkan dari *benefit cost ratio* (BCR) dan *net present value* (NPV). BCR digunakan untuk menentukan apakah suatu perencanaan pembangunan dapat dilaksanakan atau tidak. Sedangkan NPV merupakan kriteria investasi yang dipakai dalam mengkaji apakah suatu pembangunan layak atau tidak. Penilaian NPV pada suatu pembangunan memerlukan data tentang estimasi biaya investasi, operasional, perawatan dan perkiraan manfaat dari pembangunan yang direncanakan. Perhitungan kelayakan pembangunan IPAL dengan metode NPV dan BCR adalah sebagai berikut:

#### 1. NPV

Data : Umur pembangunan IPAL hingga 10 tahun dan nilai diskrit didapat dari  $(P/A, 10\%, n)$

$n$  = tahun ,  $A$  = biaya manfaat per tahun

Tabel 4.27 Perhitungan NPV

Tahun	Ongkos (Rp)	Manfaat (Rp)	Aliran kas	nilai diskrit (10%)	PV (10%)
1	Rp 341,282,000		-Rp341,282,000	0.9091	Rp341,282,000
2	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	1.7355	Rp33.031/193
3	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	2.4869	Rp47.332.339
4	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	3.1699	Rp60.331.650
5	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	3.7908	Rp72.149.033
6	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	4.3553	Rp82.892.973
7	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	4.8684	Rp92.658.634
8	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	5.3349	Rp101.537.373
9	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	5.759	Rp109.609.127
10	Rp 6,054,000	Rp 25,096,457	Rp 19,042,457	6.1446	Rp116.948.124
Total	NPV				Rp.406.230.980

Nilai NPV berdasarkan hasil dari tabel didapatkan sebesar lebih dari 1 sehingga pembangunan IPAL dapat dilakukan.

#### 2. BCR

Menurut kriteria BCR (Perbandingan Present Value Positif dengan Present Value Negatif), maka hasil yang diperoleh:

PV Positif = Rp 406.230.980

PV Negatif = Rp 310.259.466

Maka nilai Net BCR =  $\frac{\text{Rp } 406.230.980}{\text{Rp } 310.259.466} = 1,3$ . Nilai tersebut memiliki maksud

bahwa setiap satu satuan biaya yang dikeluarkan pembangunan mampu menghasilkan manfaat bersih sebesar 1,3. Pembangunan dapat dikatakan layak apabila nilai BCR yang didapat sebesar  $> 1$ .

#### **4.4.5 Sumber Pendanaan**

Sumber pendanaan dalam sektor sanitasi air limbah dapat berasal dari berbagai sumber dalam implementasi pembangunan IPAL Komunal.. Anggaran pembangunan IPAL Komunal yang cukup besar sehingga diperlukan kerjasama antar sektor Pemerintah, Swasta dan Masyarakat. Pemerintah Pusat merencanakan pembangunan IPAL melalui Dana Alokasi Khusus (DAK) Bidang Infrastruktur. DAK bidang infrastruktur berasal dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) yang diberikan kepada Daerah untuk membantu mendanai kegiatan khusus. Kegiatan khusus ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan prasarana dan sarana bidang masyarakat yang belum mencapai Standar Pelayanan Minimal (SPM). Selain itu juga DAK Bidang Infrastruktur juga bertujuan untuk melakukan percepatan pembangunan daerah (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015). Sumber dana yang dapat dialokasi untuk pembangunan IPAL Komunal adalah sebagai berikut:

1. Dana Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN)

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Satuan Kerja Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman di daerah mengalokasikan dana APBN untuk melakukan kegiatan sosialisasi, pelatihan tenaga kerja fasilitator, pelaporan dan pemantauan serta evaluasi.

2. Dana Alokasi Khusus (DAK)

Dana DAK dialokasikan untuk melakukan pembangunan prasarana dan sarana infrastruktur dan biaya honor tenaga kerja. DAK berasal dari total pagu DAK Sub-bidang Sanitasi Daerah.

3. Dana APBD

Dana APBD digunakan untuk mengelola kegiatan pelaksanaan operasional kegiatan Pengelola DAK dan untuk melakukan kegiatan sosialisasi bidang sanitasi.

4. Dana Masyarakat sebagai Pengguna IPAL

Dana masyarakat ditentukan berdasarkan dari kesepakatan hasil musyawarah dari masyarakat sebagai calon pengguna program bantuan IPAL. Kesepakatan iuran akan dikumpulkan setiap berkala oleh Kelompok Swadaya Masyarakat sebagai pengelola. Iuran tersebut akan digunakan untuk operasional dan pemeliharaan IPAL.

5. Dana Swasta atau Hibah (jika ada)

Dana Swasta/Hibah adalah dana dalam bentuk Hibah sebagai wujud kepedulian maupun kontribusi swasta dalam kegiatan penanganan sanitasi masyarakat di lingkungannya. Mekanisme pemberian hibah kepada masyarakat mengacu pada peraturan yang berlaku pada perusahaan/lembaga. Masyarakat sebagai calon penerima hibah melakukan penyusunan Rencana Kerja Masyarakat (RKM) yang akan diserahkan kepada Pihak Swasta.

#### **4.5 Analisa Peran Serta Masyarakat**

Peran serta masyarakat memiliki pengaruh dalam pengelolaan air limbah domestik. Kinerja sistem pengelolaan air limbah domestik dapat berjalan dengan baik apabila masyarakat juga turut mendukung pengelolaan. Dari hasil pengamatan di lapangan, permukiman kumuh dapat ditemukan di beberapa titik lokasi yakni di Dukuh Bulak Banteng dan Tambak Wedi Lama.

Peran Pemerintah sangat diperlukan terutama mengenai sosialisasi, pembinaan tentang bagaimana limbah domestik itu dan dampaknya terhadap lingkungan. Dampak terhadap lingkungan seperti isu pencemaran lingkungan, pencemaran sumber air akibat bakteri pathogen dan sebagainya, Program

Sosialisasi dan Pembinaan diharapkan dapat menimbulkan kesadaran masyarakat agar tidak buang air besar sembarangan.

Organisasi masyarakat yang ada saat ini seperti KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat), Karang Taruna, PKK (Pembinaan Kesejahteraan Keluarga) diperlukan untuk melakukan sosialisasi kepada warganya agar dapat menjaga lingkungan dengan baik. Selain itu kerjasama dengan tingkat RT/RW sangat berguna untuk mengajak masyarakat sekitar seperti tokoh masyarakat, menghubungkan warganya dengan Pemerintah dalam hal usulan kegiatan sanitasi.

Masyarakat yang merasa memiliki dalam sistem air limbah dapat merawat dan merasakan manfaatnya sehingga sistem air limbah akan berjalan secara berkelanjutan. Pelaksanaan terhadap sistem air limbah dapat dilakukan melalui program pemberdayaan masyarakat yang ada pada Karang Taruna, PKK dan RT/RW kepada Kelompok Swadaya Masyarakat/ Badan Keswadayaan Masyarakat bila melibatkan pendanaan untuk retribusi operasional dan pemeliharaan. Rekomendasi strategi yang dirumuskan melalui rembuk/rapat warga sehingga seluruh masukan dan pendapat masyarakat dapat terserap dengan baik.

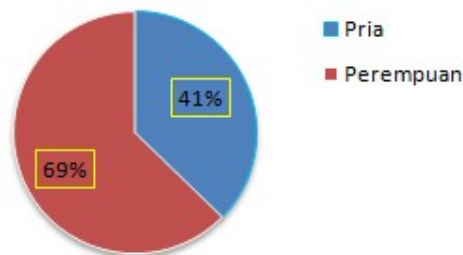
Aspek yang ditinjau dalam peran serta masyarakat kecamatan Kenjeran adalah identitas responden, kesediaan pembangunan IPAL Komunal, kemampuan masyarakat membayar retribusi, kesediaan masyarakat untuk operasional dan pemeliharaan, keinginan masyarakat untuk membayar retribusi. Masyarakat kecamatan Kenjeran diharapkan memiliki kepedulian untuk terlibat dalam kebijakan terkait kegiatan pengelolaan air limbah domestik di lingkungan Kecamatan Kenjeran. Kepedulian yang mampu mendorong setiap warga kecamatan Kenjeran dalam kegiatan pengelolaan air limbah secara berkesinambungan. Kegiatan operasional dan pemeliharaan terdiri dari :

1. Sistem penyaluran air limbah
  - a. Perbaikan dan pemeliharaan sambungan rumah sampai dengan pipa pembawa
  - b. Membersihkan manhole/bak kontrol secara berkala
  - c. Penggelontoran dan pembersihan pipa
  - d. Tidak membuang sampah pada manhole/bak kontrol

2. Operasional dan pemeliharaan IPAL ABR dengan cara :
  - a. Pengurasan lumpur melalui penutup reaktor ABR secara berkala
  - b. Pembersihan saluran dan reaktor ABR dari kotoran sampah
  - c. Pemeriksaan pipa saluran apakah terjadi kebocoran atau tidak agar tetap berjalan dengan baik
  - d. Melakukan pengecekan kualitas hasil olahan air limbah dari ABR

#### 4.5.1. Identitas Responden

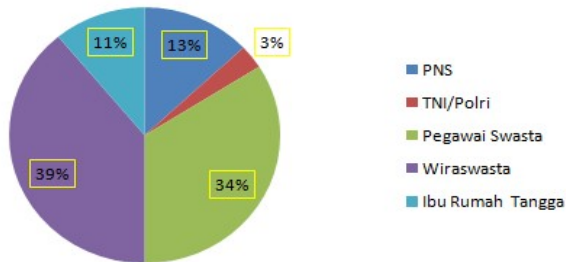
Pelaksanaan survey kuisoner terkait aspek peran serta masyarakat diperlukan data mengenai identitas responden. Identitas responden ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi keuangan masyarakat. Hasil suvey identitas responden menunjukkan bahwa 41% adalah pria sedangkan 69% adalah wanita. Diagram mengenai persentase jenis kelamin dapat ditunjukkan pada Gambar 4.19 berikut ini:



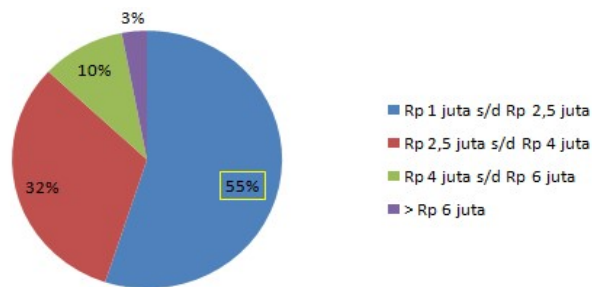
Gambar 4.19. Persentase jenis kelamin identitas responden

Mata pencaharian dari tiap responden meliputi 5 jenis pekerjaan yakni PNS, TNI/Polri, Pegawai Swasta, Wiraswasta dan Ibu Rumah Tangga. Rincian jumlah masing-masing pekerjaan adalah pns sebesar 13%, tni/polri sebesar 3%, pegawai swasta sebesar 34%, wiraswasta sebesar 39% dan ibu rumah tangga 11%. Dan hasil survey kuisoner mengenai tingkat penghasilan responden diperoleh bahwa penghasilan Rp 1 juta hingga Rp 2,5 juta sebesar 55%, penghasilan Rp 2,5 juta hingga Rp 4 juta sebesar 32%, penghasilan Rp 4 juta hingga Rp 6 juta sebesar 10% dan penghasilan di atas Rp 6 juta sebesar 3%.

Diagram terkait persentase tingkat penghasilan per bulan dan jenis pekerjaan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21 berikut ini:



Gambar 4.20 Persentase mata pencaharian responden



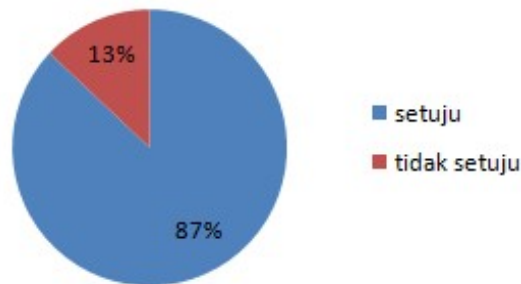
Gambar 4.21 Tingkat penghasilan per bulan responden

#### 4.5.2. Kesiediaan Mengelola IPAL

Salah satu cara pengelolaan air limbah domestik adalah menggunakan sistem komunal.dengan berbasis masyarakat. Pengembangan terkait pengelolaan dan pengolahan limbah domestik memerlukan kerjasama dari masyarakat. Masyarakat diharapkan lebih bertanggungjawab terhadap sistem pengolahan air limbah komunal yang mereka miliki. Informasi yang didapat masyarakat tentang air limbah domestik mempengaruhi kesiediaan dibangun sarana instalasi pengolahan air limbah domestik. Masyarakat diberikan penjelasan mengenai pengelolaan air limbah domestik. Penjelasan yang diberikan berisi tentang perlindungan penyakit yang ditimbulkan sumber air tercemar, pencegahan pencemaran sumber air, masyarakat dapat ikut dalam konstruksi IPAL sehingga meningkatkan penghasilan. Hasil survei menunjukkan bahwa warga yang bersedia

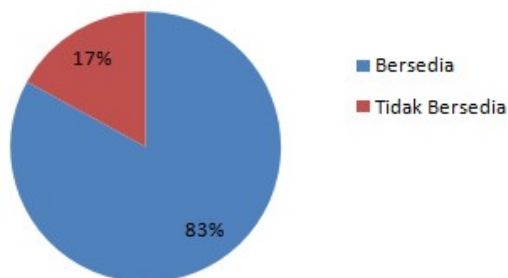


mengelola fasilitas IPAL sebesar 87%. Hal tersebut dikarenakan masyarakat memiliki kepedulian terhadap lingkungan khususnya mengenai pencemaran air. Persentase kesediaan pembangunan IPAL Komunal dapat ditunjukkan pada Gambar 4.22 :



Gambar 4.22 Persetujuan masyarakat dalam pembangunan IPAL Komunal

IPAL komunal yang akan dibangun memerlukan tanggungjawab dari masyarakat untuk melakukan operasional dan pemeliharaan IPAL agar dapat berjalan secara berkelanjutan. Dari hasil survey kuisioner didapatkan bahwa keinginan warga untuk melakukan operasional dan pemeliharaan IPAL sebesar 83% (83 jiwa dari 100 jiwa). Berdasarkan dari hasil survey tersebut, maka diperlukan upaya pelatihan mengenai pemeliharaan IPAL dan pembentukan kelompok masyarakat sebagai pengelola. Masyarakat perlu berperan aktif dalam setiap tahapan mulai dari sosialisasi program, rencana kegiatan, tahapan perencanaan bersama tim ahli, tahap konstruksi dan tahapan operasional pemeliharaan. Grafik persentase keinginan masyarakat dalam mengelola IPAL Komunal dapat dilihat pada Gambar 4.23

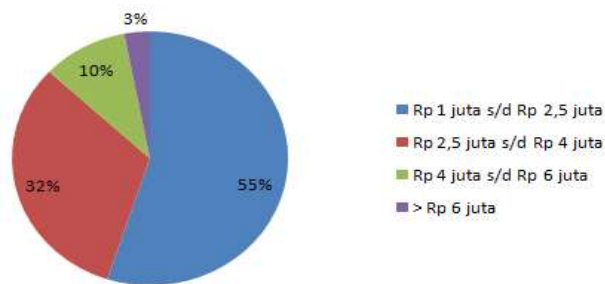


Gambar 4.23 Persentase kesediaan masyarakat mengelola IPAL Komunal

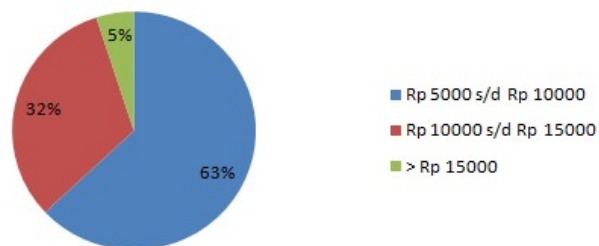
Adanya perilaku pembuangan tinja di sungai dipengaruhi oleh tingkat kepedulian sebagian masyarakat yang rendah akan pentingnya menjaga sanitasi khususnya air limbah domestik dan kemampuan anggaran masyarakat yang rendah terhadap teknologi olah air limbah domestik.

#### 4.5.3. Kesiediaan Masyarakat Membayar Retribusi IPAL

Keterkaitan antara tingkat penghasilan masyarakat sangat mempengaruhi dalam kesiediaan masyarakat membayar retribusi pengolahan air limbah domestik Kecamatan Kenjeran. Adanya rencana diadakannya retribusi untuk operasional pemeliharaan IPAL, masyarakat tidak keberatan asal tarif yang ditetapkan tidak mahal. Berikut ini hasil persentase survey kuisioner tingkat penghasilan dan persentase kemampuan masyarakat membayar iuran pada Gambar 4.24 dan 4.25 :



Gambar 4.24 Tingkat Penghasilan Masyarakat



Gambar 4.25 Persentase kemampuan masyarakat membayar retribusi

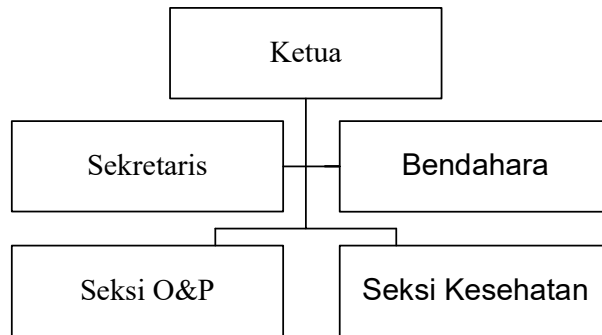
Dari Diagram pada gambar 4.24 dan Gambar 4.25 diperoleh bahwa masyarakat bersedia berpartisipasi membayar retribusi per bulan sebesar Rp 5.000 hingga Rp 10.000 dengan nilai persentase 63%..

#### **4.5.4. Pembentukan Struktur Kelembagaan Pengelola**

Pembentukan organisasi sebagai peran serta masyarakat perlu dilakukan dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan IPAL agar kinerja dapat berjalan kesinambungan. Organisasi memiliki anggota yang terdiri dari masyarakat setempat calon pengguna sarana sanitasi yang akan dibangun. Proses pembentukan kelembagaan direncanakan pada awal perencanaan ataupun pembangunan IPAL yaitu usulan kegiatan yang disetujui oleh instansi terkait pelaksanaan pembangunan konstruksi IPAL. Kesiapan warga perlu dijelaskan pada tahap perencanaan di dalam RKM untuk dapat memelihara dan memanfaatkan sarana yang terbangun. Sebagai upaya keberlanjutan pengelolaan IPAL maka diperlukan pembentukan organisasi yang bertanggungjawab dalam kegiatan pemeliharaan dan operasional sarana. Organisasi selanjutnya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP), secara tugas pokok berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2017 adalah

1. Menyusun rencana kerja, pelaksanaan operasional dan pemeliharaan IPAL Komunal dan SPAL
2. Mengelola iuran dari masyarakat pengguna untuk biaya operasional dan pemeliharaan
3. Mengoperasikan dan memelihara IPAL Komunal dan SPAL
4. Melakukan sosialisasi dan kampanye kesehatan
5. Meningkatkan kualitas pelayanan dan jumlah pemanfaat

KPP perlu menyusun tugas pokok dan fungsi (tupoksi) serta peraturan yang menjadi acuan pelaksanaan kegiatan mengelola IPAL. Tupoksi dan peraturan ini dibentuk oleh KPP bersama masyarakat pengguna, dibahas bersama dalam rembug warga. Kesepakatan yang dicapai kemudian akan disahkan oleh Lurah. Rencana pembentukan struktur organisasi pengelola dapat dilihat pada Gambar 4.26



Gambar 4.26 Pembentukan Struktur Organisasi Pengelola

Tugas pokok masing-masing Pengurus adalah sebagai berikut:

1. Ketua

Tugas pokok :

- Memimpin pelaksanaan tugas pengurus dan kegiatan operasional
- Koordinasi perencanaan kegiatan pembangunan

2. Sekretaris

Tugas pokok :

- Melakukan pelaporan kegiatan pembangunan dengan bertahap
- Melakukan kegiatan surat-menyurat
- Dokumentasi kegiatan tata usaha
- Membantu penyusunan rencana kebutuhan dan melaksanakan kegiatan tata usaha

3. Bendahara

Tugas pokok :

- Mengumpulkan iuran anggota
- Membuat laporan keuangan secara rutin
- Menyampaikan tentang besaran iuran anggota
- Pencatatan aliran uang yang masuk dan keluar

4. Seksi Kesehatan

Tugas pokok :

- Melakukan sosialisasi pengoperasian dan pemeliharaan sarana sanitasi
- Melakukan kampanye tentang kesehatan lingkungan

5. Seksi Operasi dan Pemeliharaan

Tugas pokok :

- Mengoperasikan sarana sanitasi air limbah
- Memantau semua bak kontrol dan perpipaan secara rutin
- Meningkatkan kualitas pelayanan
- Melakukan pengujian outlet sampel air limbah domestik

#### **4.5.5. Manfaat Sosial Dari Pengelolaan IPAL**

Suatu proyek yang dinilai berdasarkan dari sudut pandang manfaat sosial adalah proyek yang memiliki manfaat bagi perekonomian masyarakat secara berkelanjutan. Keuntungan investasi tidak hanya dinilai dari keuntungan investasi tersebut, melainkan juga manfaat sosial yang didapatkan oleh masyarakat (Donahue, 1980).

Pembangunan IPAL Komunal berbasis masyarakat tidak menghasilkan keuntungan materi namun dapat memberikan manfaat sosial bagi masyarakat kecamatan Kenjeran. Manfaat sosial yang dapat diperoleh oleh masyarakat adalah sebagai berikut :

- Pemanfaatan kembali hasil olahan air limbah domestik
- Meningkatkan taraf kesehatan bagi masyarakat kecamatan Kenjeran
- Menciptakan lingkungan yang sehat bagi masyarakat kecamatan Kenjeran
- Masyarakat dapat melakukan aktivitas sehari-hari dan bekerja dengan baik bila berada di lingkungan yang sehat
- Meningkatkan nilai jual tanah dikarenakan proses pengelolaan IPAL berjalan dengan baik
- Efisiensi biaya untuk berobat dikarenakan berkurangnya resiko terkena wabah penyakit akibat pencemaran air limbah domestik
- Meningkatkan produktivitas masyarakat dalam beraktivitas
- Dapat menarik minat masyarakat dari kecamatan lain untuk mengikuti pola program IPAL Komunal

#### **4.6. Analisa SWOT**

Untuk mendapatkan target pengelolaan air limbah domestik sesuai dengan strategi yang tepat maka digunakan analisa SWOT. Analisa SWOT sebagai *tool* yang mendukung dalam penentuan strategi. Metode semi kuantitatif digunakan dalam implementasi analisis SWOT. Metode semi kuantitatif adalah metode yang menganalisis suatu dampak dengan menggunakan suatu nilai tertentu dalam bentuk skala peringkat atau klasifikasi. Bobot tingkat pengaruh dan bobot tingkat kepentingan diberikan di tiap faktor yang telah dijadikan acuan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Nilai skala 1 sampai dengan skala 5 berdasarkan ketentuan bobot tingkat kepentingan sebagai berikut ini:

- Nilai 1 : tidak mendesak dan tidak penting
- Nilai 2 : tidak mendesak namun penting
- Nilai 3 : tidak mendesak namun sangat penting
- Nilai 4 : mendesak dan penting
- Nilai 5 : sangat mendesak dan sangat penting

Sedangkan bobot kuat pengaruh dari setiap faktor adalah sebagai berikut:

- Nilai 1 : memiliki pengaruh tidak kuat
- Nilai 2 : memiliki pengaruh kurang kuat
- Nilai 3 : memiliki pengaruh cukup kuat
- Nilai 4 : memiliki pengaruh kuat
- Nilai 5 : memiliki pengaruh sangat kuat

Tiap-tiap identifikasi di lingkungan internal dan eksternal diberikan nilai bobot yang dapat mempengaruhi pelaksanaan kegiatan pengelolaan air limbah domestik. Analisis diawali dengan melakukan telaah terhadap kondisi internal (Kekuatan dan kelemahan) dan kondisi eksternal (Peluang dan Tantangan) agar diperoleh konsep strategi pengelolaan air limbah domestik dengan menggunakan informasi dan data yang diperoleh dari data primer dan sekunder

#### **Analisa Faktor Eksternal dan Internal**

Faktor internal dalam pengelolaan air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran yang diidentifikasi melalui analisa aspek teknis, aspek finansial dan aspek peran serta masyarakat antarai lain adalah:

- Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah domestik di permukiman. Kondisi lahan kosong yang semakin terbatas di area permukiman sehingga lahan yang dapat digunakan untuk pembangunan IPAL adalah jalan permukiman,
- Belum adanya ketersediaan unit pengolahan air limbah domestik secara komunal yang memadai.
- Sistem penyaluran air limbah permukiman yang belum memadai
- Surat Edaran Walikota Surabaya nomor 443/310/436.6.3/2015 yang menargetkan untuk menciptakan lingkungan yang bersih, sehat, dan menuju Kelurahan Stop Buang Air Besar Sembarangan (Kelurahan SBS).
- Adanya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang penyelenggaraan sistem pengelolaan air limbah domestik.
- Ketersediaan Sumber Daya Manusia sebagai pengelola IPAL yang berasal dari masyarakat sebagai penerima manfaat. Sumberdaya Manusia (SDM) sangat dibutuhkan dalam berbagai kegiatan dalam penanganan air limbah domestik.
- Pengetahuan Sumber Daya Manusia terhadap pengelolaan IPAL yang masih rendah. Untuk meningkatkan pengetahuan SDM tersebut perlu dilakukan pelatihan Standar Operasional Prosedur dalam hal operasional IPAL seperti pembersihan saluran dan IPAL.
- Anggaran sanitasi sektor air limbah yang terbatas. Pendanaan memiliki peran penting dalam pembangunan IPAL. Pendanaan untuk sektor sanitasi air limbah dapat berasal dari Pemerintah, Swasta dan Hibah dari pihak Donor..
- Kemauan masyarakat untuk melakukan perilaku hidup bersih dan sehat. Kepedulian masyarakat diperlukan untuk berpartisipasi dalam pembangunan IPAL. Masyarakat perlu melakukan pengolahan terhadap air limbah domestik sehingga dapat mewujudkan lingkungan yang nyaman.
- Kesiadaan masyarakat berkontribusi dalam mengelola air limbah domestik sebagai pengelola IPAL yang berbasis masyarakat sesuai pembagian tugas pengelolaan.

- Adanya strategi dan program pengelolaan air limbah domestik. Strategi yang diimplementasikan harus sesuai dengan kondisi dan kebutuhan yang ada untuk mencapai tujuan.

Faktor-faktor eksternal yang dapat diidentifikasi antara lain:

- Adanya target RPJMN 2015-2019 dimana Indonesia harus telah mencapai 100% akses sanitasi layak dalam hal menerapkan kebijakan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Salah satu tujuan SDGs adalah menciptakan pembangunan prasarana dan sarana lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan.
- Adanya standar pelayanan minimum dalam sanitasi sektor air limbah dimana telah tertuang dalam RPJMN 2015-2019 yakni 85% sistem setempat dan 15% sistem terpusat.
- Peran pihak swasta yang dapat berkontribusi dalam sanitasi sektor air limbah untuk terlibat dalam penanganan pencemaran lingkungan.
- Ketersediaan masyarakat untuk menyambung pipa air limbah dari rumah warga menuju pipa servis yang terletak di depan rumah tersebut.
- Potensi peran masyarakat yang bergotong royong membangun prasarana dan sarana sanitasi. Masyarakat dapat dilibatkan sebagai tenaga konstruksi (tukang, mandor, kuli) untuk membangun konstruksi IPAL Komunal di lingkungannya.
- Terbatasnya alternatif pendanaan pembangunan IPAL. Anggaran pembangunan IPAL Komunal yang cukup tinggi sehingga masih mengandalkan dukungan dari Pemerintah dan Pihak Swasta.
- Pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan air limbah domestik yang rendah diantaranya terdapat anggapan bahwa penggunaan kloset kamar mandi tanpa ada bangunan pengolahan yang tidak bocor sudah mencukupi. Selain itu juga adanya anggapan bahwa pengolahan air limbah hanya dilakukan dengan mengalirkannya langsung ke sungai.
- Menurunnya kualitas lingkungan yang diakibatkan dari pembuangan limbah langsung ke sungai tanpa melalui pengolahan. Hal tersebut dapat



mempengaruhi kesehatan masyarakat terkena penyakit seperti penyakit diare, penyakit kulit dan sebagainya.

Analisis faktor internal dan eksternal dapat dilihat lebih rinci pada Tabel 4.28 dan Tabel 4.29 sebagai berikut:

Tabel 4.28 Pembobotan Faktor Internal

No	Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	Kekuatan (KU)				
1	Ketersediaan lahan untuk membangun IPAL	5	0,23	5	1,14
2	Peraturan Perundangan	4	0,18	3	0,55
3	Ketersediaan SDM untuk mengelola IPAL	5	0,23	4	0,91
4	Kesediaan Masyarakat mengelola IPAL	5	0,23	5	1,14
5	Strategi dan Program Pengelolaan Air limbah Domestik	3	0,14	3	0,41
Jumlah		22	1		4,14
	Kelemahan (KE)				
1	Ketersediaan IPAL Komunal yang belum memadai	5	0,26	5	1,32
2	SPAL Permukiman yang belum memadai	4	0,21	3	0,63
3	Anggaran sanitasi sektor air limbah yang terbatas	3	0,16	4	0,63
4	Pengetahuan SDM mengenai pengelolaan IPAL yang masih rendah	4	0,21	4	0,84
5	Belum ada pengurus kelembagaan	3	0,16	3	0,47

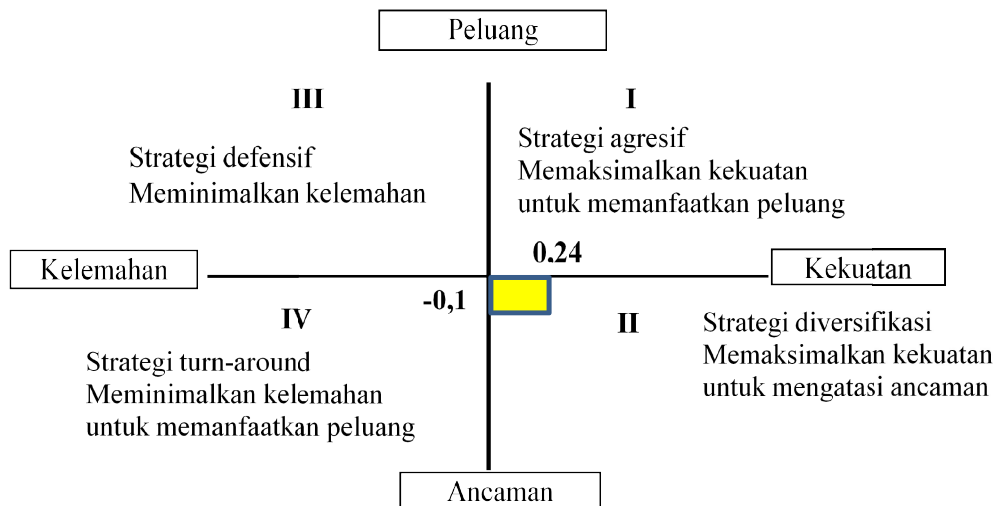
No	Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	Jumlah	19	1		3,89
	Koordinat				0,24

Tabel 4.29 Pembobotan Faktor Eksternal

No	Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	Peluang (P)				
1	Target RPJMN 2015-2019 bidang sanitasi sektor air limbah	4	0,20	4	0,8
2	Kesediaan masyarakat berkontribusi mengelola IPAL	4	0,20	4	0,8
3	Kemauan masyarakat melakukan perilaku hidup bersih dan sehat	4	0,20	3	0,6
4	Adanya standar pelayanan minimum sanitasi sektor air limbah	4	0,20	4	0,8
5	Potensi peran masyarakat bergotong royong membangun prasarana dan sarana sanitasi	4	0,20	3	0,6
	Jumlah	20	1		3,6
	Tantangan (T)				
1	Menurunnya kualitas akibat air limbah domestik	4	0,22	5	1,11
2	Pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan air limbah domestik yang rendah	3	0,17	3	0,5
3	Terbatasnya alternatif	4	0,22	3	0,67

No	Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	pendanaan pembangunan IPAL				
4	Kesediaan masyarakat untuk menyambung pipa air limbah	4	0,22	4	0,89
5	Rendahnya peran swasta	3	0,17	2	0,33
Jumlah		19	1		3,5
Koordinat					-0,1

Berdasarkan tabel didapatkan selisih faktor kekuatan dan kelemahan bernilai +0,24 dan pada tabel didapatkan selisih faktor peluang dan tantangan bernilai -0,1. Nilai +,24 dan -0,1 yang merupakan selisih dari faktor internal dan eksternal kemudian dijadikan nilai absis x dan y (+0,24 dan -0,1). Absis tersebut menjelaskan posisi lembaga yang terletak pada kuadran II. Hasil analisis SWOT yang menggunakan faktor Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Tantangan dapat dilihat pada Gambar 4.28 :



Gambar 4.27 Hasil Analisis SWOT di Kuadran II

Pada gambar 4.27 menjelaskan bahwa hasil analisis SWOT berada di kuadran II dimana strategi yang dilakukan adalah strategi diversifikasi. Strategi diversifikasi merupakan strategi mengoptimalkan kekuatan untuk menangani

tantangan. Beberapa strategi yang diperoleh dari hasil analisis matriks Strategi SWOT dapat ditunjukkan pada Tabel 4.30 berikut ini

Tabel 4.30 Analisis matriks strategi SWOT

Matriks SWOT	Faktor Threats (T)
	1 Menurunnya kualitas lingkungan akibat air limbah domestik
	2 Pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan air limbah domestik yang rendah
	3 terbatasnya alternatif pendanaan pembangunan IPAL
	4 Ketersediaan masyarakat untuk menyambung pipa air limbah
	5 rendahnya peran swasta
Faktor Strengths (S)	Strategi (S-T)
1 Ketersediaan lahan untuk membangun IPAL	1 Membangun IPAL Permukiman dengan sistem komunal
2 Peraturan Perundangan	2 Memberikan Penyuluhan, Kampanye dan Sosialisasi mengenai peraturan dan perundangan mengenai pentingnya pengelolaan air limbah domestik
3 Ketersediaan SDM untuk mengelola IPAL	3 Pemerintah mengalokasikan dana untuk membangun IPAL Komunal melalui anggaran DAK

Matriks SWOT	Faktor Threats (T)
	1 Menurunnya kualitas lingkungan akibat air limbah domestik
	2 Pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan air limbah domestik yang rendah
	3 terbatasnya alternatif pendanaan pembangunan IPAL
	4 Ketersediaan masyarakat untuk menyambung pipa air limbah
	5 rendahnya peran swasta
Faktor Strengths (S)	Strategi (S-T)
4 Ketersediaan masyarakat mengelola IPAL	4 Melakukan sosialisasi tentang peran SPAL untuk mendukung kinerja IPAL yang dapat mencegah pencemaran lingkungan akibat air limbah domestik sehingga masyarakat dapat mau menyambung pipa dari rumah ke pipa servis
5 Strategi dan program pengelolaan air limbah domestik	5 melakukan perencanaan pembangunan IPAL kemudian diajukan ke instansi pemerintah atau program CSR bidang sanitasi dari Pihak Swasta

#### 4.7 Contoh Usulan Penerapan Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Bulak Banteng

Berikut ini contoh penerapan usulan pengelolaan air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran:

1. Aspek Teknis

- a. Pembangunan IPAL Komunal dengan cakupan pelayanan 100 KK di permukiman Jl. Dukuh Bulak Banteng yang terdapat perilaku BABS.
  - b. Meninjau kesediaan lahan di lokasi Kelurahan Bulak Banteng yang siap dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik. Rekomendasi IPAL mengolah *black water* dan *grey water* dengan sistem komunal menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor*.
  - c. Melakukan perencanaan teknis SPAL di lokasi titik rencana IPAL Bulak Banteng 01 sampai dengan Bulak Banteng 19
2. Aspek Sosial Peran Serta Masyarakat
- a. Masyarakat Kelurahan Bulak Banteng ikut terlibat dalam pembangunan kegiatan pengelolaan air limbah domestik Kelurahan Bulak Banteng.
  - b. Pihak Kelurahan melakukan penyuluhan kepada masyarakat Kelurahan Bulak Banteng mengenai pentingnya pengolahan *black water* bagi warga yang belum mempunyai tangki septik.
  - c. Pihak Kelurahan melakukan kampanye dan sosialisasi kepada masyarakat Kelurahan Bulak Banteng bahwa penggunaan IPAL Komunal dapat memberikan *social benefit*.
  - d. Pihak Kelurahan memberikan penjelasan informasi kepada Ketua RT/RW mengenai pengoperasian dan pemeliharaan IPAL ABR yang mudah. Selanjutnya Ketua RT/RW meneruskan penjelasan kepada para pengelola IPAL.
  - e. Masyarakat calon pengguna IPAL membentuk suatu kelompok Pengguna dan Pemanfaat untuk mengelola IPAL yang diarahkan oleh Pihak terkait.
  - f. Pemerintah mengadakan pelatihan bagi operator KPP agar dapat melakukan operasional dan pemeliharaan IPAL dengan baik dan berkelanjutan.
  - g. Pemerintah Kota Surabaya mensosialisasikan manfaat sosial keberhasilan program IPAL Komunal dan mengajak warga untuk bersedia melakukan penyambungan pipa air limbah di rumahnya.

### 3. Aspek Finansial

- a. Pemerintah Kota Surabaya menyampaikan informasi mengenai manfaat sosial dari penggunaan IPAL Komunal melalui media cetak/iklan, radio dan media sistem *online*
- b. Pemerintah Kota Surabaya mengalokasikan dana untuk membangun IPAL Komunal di Kelurahan Bulak Banteng dari APBD Kota Surabaya
- c. Pemerintah Kota Surabaya mengadakan lomba Kampungku Bersih dan Hijau dimana indikator penilaian adalah pengolahan air limbah domestik.
- d. Mengupayakan kerjasama pendanaan sanitasi air limbah antara Pemerintah dengan Pihak Swasta untuk menangani BABS di kelurahan Bulak Banteng

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

- 1 Penanganan masalah air limbah domestik di Kecamatan Kenjeran menggunakan IPAL Komunal dengan teknologi *Anaerobic Baffle Reactor*. Jumlah lokasi IPAL yang dapat dibangun secara komunal sebanyak 80 lokasi di 4 Kelurahan. Perencanaan pembanguna IPAL di kelurahan Bulak Banteng dengan sistem komunal dengan kapasitas 42 m<sup>3</sup>/hari. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL sebesar Rp 341.282.000 yang berasal dari anggaran Pemerintah. Biaya operasional pemeliharaan IPAL sebesar Rp 504.000 per bulan
- 2 Kesediaan warga untuk mengelola fasilitas IPAL cukup baik sehingga perlu dlibatkan warga calon pengguna dalam perencanaan sampai dengan operasional pemeliharaan. Selain itu, perlu dibentuk suatu Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara IPAL agar kinerja IPAL dapat berjalan secara berkesinambungan.

#### **5.2. Saran**

- 1 Masih diperlukan penyusunan DED Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik dan DED IPAL serta perencanaan teknis yang lengkap di Kecamatan Kenjeran.
- 2 Pengujian kualitas sampel air limbah domestik yang dibuang oleh masyarakat Kecamatan Kenjeran untuk pengembangan instalasi pengolahan air limbah



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, (2006), *Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah*, Jakarta.
- Dewats, (1998), *Decentralised Wastewater Treatment Solutions*. Bremen Overseas Research & Development Association. Bremen.
- Donahue, J., D. (1980), *Cost Benefit Analysis and Project Design*, PASITAM, The Program of advanced Studies in Instituion Building, Bloomington, U.S.A.
- Gartini, A. (2008), *Evaluasi Pengelolaan Limbah Cair Domestik Permukiman di Tepi Pantai Kecamatan Tarumanegara Kabupaten Bekasi*, Tesis Program Pasca Sarjana, FTSP-ITS, Surabaya.
- Gubernur Jawa Timur (2013), *Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*, Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Surabaya.
- Hermana, J. (2008), *Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Sanitasi Perkotaan Dalam Perspektif Rekayasa Ilmu Perencanaan Bangunan Pengolahan Di Indonesia*. Pidato Pengukuhan Untuk Jabatan Guru Besar Dalam Bidang Ilmu Perencanaan Bangunan Pengolahan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Nurhidayat, A. (2009), *Evaluasi Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Sanitasi Skala Lingkungan di Kota Batu*, Tesis Program Pasca Sarjana, FTSP-ITS, Surabaya.
- Kecamatan Kenjeran Dalam Angka (2016), Balai Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Kecamatan Kenjeran Dalam Angka (2015), Balai Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (2012), Laporan studi EHRA (Environmental Health Risk Assesment), Surabaya..
- Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (2012), Strategi Sanitasi Kota Surabaya, Surabaya
- Kurniawan, I. (2006), *Penyusunan Strategi Pengelolaan Sanitasi Permukiman Kumuh (Studi Kasus Kawasan Kumuh Malabero dan Sentiong) Bengkulu*, Tesis Magister, ITS, Surabaya.
- Kustiah, T. (2005). *Kajian Kebijakan Pengelolaan Sanitasi Berbasis Masyarakat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

- Metcalf and Eddy (2004), *Wastewater Engineering Collection and Pumping of Wastewater*, MC Graw Hill Inc. New York.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017), *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*, Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04 Tahun 2017, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Polsaperi, C. (1996). *Organic Waste Recycling Technology and Management*.
- Profil Kesehatan Kota Surabaya (2015), Dinas Kesehatan Kota Surabaya.
- Purba, R. (1995), *Analisis Biaya dan Manfaat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Qasim, R. (1985) *Wastewater Treatment Plants*, CBS International Editions. Texas.
- Rangkuti, F (2003), *Analisa SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- L Sasse, B. Gutterer, T. Panzerbieter, and T. Reckerzugel, (2009) “Decentralised Wastewater Treatment System and Sanitation in Developing Countries”, UK. BORDA
- SNI 03-2398-2002 tentang *Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan*.
- Tchobanoglous, G., (1981), *Waste Water Engineering Collection and Pumping Waste Water*, Mc.Graw-Hill Book Co., New York.

## BIODATA PENULIS



Daniel Wicaksono, lahir di Surabaya, pada tanggal 17 Mei 1989. Pendidikan formal yang telah ditempuh yaitu TK PETRA 13, SDN Kalirungkut I, SMPN 17 Surabaya, dan SMAN 17 Surabaya, Penulis diterima menempuh studi Sarjana Strata 1 di jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember di tahun 2007. Penulis pernah aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP, ITS pada tahun 2008. Pada tahun 2010, penulis mengikuti Kerja Praktek di PT Smelting Gresik di bagian HSE. Penulis telah lulus sertifikasi OHSAS 18001 : 2007 pada tahun 2011. Penulis pernah bekerja sebagai staff di PT Jababeka Infrastruktur pada tahun 2012 - 2013. Dan pada tahun 2013-2015, penulis bekerja sebagai konsultan individu di Subdit Air Limbah Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pada tahun 2015 – 2017 Penulis menempuh pendidikan Magister Teknik Sanitasi Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Motto hidup penulis adalah "Tetaplah terus berusaha menjadi lebih baik". Untuk itu segala bentuk komunikasi baik kritik, saran maupun diskusi terkait dengan Tesis dengan judul "Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik Di Kecamatan Kenjeran Surabaya" ini dapat disampaikan melalui email penulis Tesis.

Email : [danielwicaksono3307@gmail.com](mailto:danielwicaksono3307@gmail.com)

## **LAMPIRAN 1**

### **REKAPITULASI HASIL KUISONER**

#### **I. Identitas Responden**

##### **a. Jenis Kelamin Responden**

Jenis Kelamin Responden	Persen	Jumlah (KK)
Pria	41%	41
Perempuan	69%	69

##### **b. Pekerjaan Responden**

Pekerjaan Responden	Persen	Jumlah (KK)
PNS	13%	13
TNI/Polri	3%	3
Pegawai Swasta	34%	34
Wiraswasta	39%	39
Ibu Rumah Tangga	11%	11

##### **c. Tingkat Penghasilan Responden**

Tingkat Penghasilan	Persen	Jumlah (KK)
Rp 1 juta s/d Rp 2,5 juta	55%	55
Rp 2,5 uta s/d Rp 4 juta	32%	32
Rp 4 juta s/d Rp 6 juta	10%	10
> 6 juta	3%	3

#### **II. Karakteristik Tempat Tinggal dan Jumlah Penghuni**

##### **a. Jenis Bangunan Rumah Responden**

Jenis Bangunan Fisik Rumah	Persen	Jumlah (KK)
Permanen	100%	100
Setengah Permanen (Setengah batu bata)	0%	0
Non Permanen (papan, bamboo, dll	0%	0

b. Status Kepemilikan Tempat Tinggal Responden

Status Kepemilikan Bangunan	Persen	Jumlah (KK)
Milik Sendiri	93%	93
Sewa/Kontrak	7%	7
Rumah Dinas	0%	0

c. Jumlah Penghuni Rumah/Tempat Tinggal

Jumlah Penghuni	Persen	Jumlah (KK)
1 – 2 orang	6%	6
2 – 3 orang	9%	9
3 – 4 orang	72%	72
Lebih dari 4 orang	13%	13

III. Akses Air Bersih

Jenis sumber air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga

Jenis Sumber Air	Jumlah Pengguna (KK) dan Pemanfaatan				
	Minum	Masak	Mandi dan Kakus	Cuci	Siram Taman
Air Mineral Kemasan	100 KK	12 KK	0 KK	0 KK	0 KK
Sambungan PDAM	0 KK	5 KK	100 KK	100 KK	100 KK
Kran Umum	0 KK	0 KK	0 KK	0 KK	0 KK
Membeli dari pedagang air	0 KK	0 KK	7 KK	7 KK	0 KK
Sumur	0 KK	0 KK	11 KK	11 KK	11 KK

IV. Kepemilikan Jamban/Kamar Mandi, Saluran Penyaluran Air Limbah dan

Kondisi Sanitasi

a. Kepemilikan Jamban

Kepemilikan Jamban	Persen	Jumlah (KK)
Mempunyai	100%	100
tidak mempunyai	0%	0

b. Kepemilikan Tangki Septik

Kepemilikan Tangki Septik	Persen	Jumlah (KK)
Mempunyai	90%	90
Tidak Mempunyai	10%	10

c. Periode Penyedotan Tangki Septik

Penyedotan Lumpur tinja	Persen	Jumlah (KK)
1-3 tahun	35 %	32
3 – 5 tahun	33 %	30
Lebih dari 5 tahun	32 %	28

d. Ukuran Tangki Septik Responden

Ukuran Septik Tank yang dimiliki	Persen	Jumlah (KK)
< 1 m <sup>3</sup>	8%	7
2 m <sup>3</sup>	27%	24
> 2 m <sup>3</sup>	47%	42
tidak tahu	19%	17

e. Pembuangan air sisa mandi dan cuci

Penanganan Grey Water	Persen	Jumlah (KK)
Ke Instalasi Pengolahan	0%	0
ke saluran drainase/got	100%	100

f. Jarak jamban/kamar mandi dengan sumber air terdekat

Jarak jamban/kamar mandi dengan sumber air terdekat	Persen	Jumlah (KK)
Kurang dari 7 meter	100%	11
7 sampai dengan 10 meter	0%	0
Lebih dari 10 meter	0%	0

V. Persepsi dan Peran Serta Masyarakat

a. Kesiediaan Masyarakat mengelola operasional perawatan IPAL

Kesiediaan Masyarakat mengelola operasional perawatan IPAL	Persen	Jumlah

Bersedia	83%	64
Tidak Bersedia	36%	36

b. Kelompok masyarakat yang sering terlibat kebersihan

Kelompok yang sering terlibat dalam kegiatan kebersihan	Persen	Jumlah
RT/RW	61%	61
PKK	16%	16
Karang Taruna	23%	23
Kelompok Pengajian	0%	0
LSM	0%	0

c. Tanggapan Masyarakat mengenai perhatian Pemerintah dalam menangani prasarana dan sarana sanitasi permukiman

Campur Tangan Pemerintah Menangani Sanitasi di lingkungan yang kurang layak	Persen	Jumlah (KK)
Cukup	78%	78
Masih Kurang	22%	22

d. Kesiadaan Warga dalam Pembangunan IPAL Komunal

Kesiadaan Warga dalam Pembangunan IPAL Komunal	Persen	Jumlah (KK)
setuju	87%	87
tidak setuju	13%	13

e. Kesiadaan Masyarakat untuk berpartisipasi dalam iuran

Kesiadaan Masyarakat untuk berpartisipasi dalam iuran	Persen	Jumlah (KK)
Bersedia	77 %	77
Tidak Bersedia	13%	13
Tidak Tahu	10%	10

f. Kemampuan Masyarakat untuk berpartisipasi iuran OP IPAL

Kemampuan Masyarakat dalam iuran	Persen	Jumlah (KK)
Rp 5000 s/d Rp 10000	63%	63
Rp 10000 s/d Rp 15000	32%	32
> Rp 15000	5%	5



**LAMPIRAN 2**  
**Perhitungan Anaerobic Baffled Reactor**  
**Kapasitas 32 m<sup>3</sup>/hari**

**Data :**

Jumlah Kepala Keluarga = 75 KK  
Jumlah Penduduk = 75 KK x 4 jiwa/KK = 300 jiwa  
Konsumsi air bersih = 150 liter/orang/hari ( 150 – 190 liter/orang/hari, PDAM Kota Surabaya tahun 2016)  
Persentase air limbah = 70 %  
Debit air limbah = 150 liter/orang/hari x 300 jiwa x 0,7  
= 32.000 liter/hari  
= 32 m<sup>3</sup>/hari = 1,35 m<sup>3</sup>/jam

**Perhitungan :**

Desain Bak Kompartemen

Kriteria untuk dimensi ABR (Sasse,2009)

Kecepatan aliran = < 2 m/jam, dipilih = 1,8 m/jam  
Waktu detensi (Td) = ≥ 6 jam , dipilih = 10 jam  
Kedalaman air bak kompartemen = 2 meter  
Panjang kompartemen = 50% s/d 60% dari kedalaman, dipilih 50%  
Luas tiap bak kompartemen = debit air limbah / kecepatan aliran  
= 1,75 m<sup>3</sup>/jam / 1,8 m/jam  
= 1 m<sup>2</sup>  
Panjang kompartemen = 50% x 2 meter = 1 meter  
Lebar kompartemen = 1,5 meter  
Kecepatan aktual *upflow* = 3.5 m<sup>3</sup>/jam / (1,25 m x 1,5 m) = 1,9 m/jam

**Perhitungan jumlah kompartemen**

Tinggi jagaan = 0,3 m  
Volume tiap kompartemen = P X L X T  
= (1 m + 0,3 m) x 1,5 m x 2 m = 4,3 meter  
Total volume ABR = debit air limbah x waktu detensi  
= 1,35 m<sup>3</sup>/jam x 10 jam

$$= 13,5 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kompartemen} &= \text{volume total kompartemen} / \text{volume tiap kompartemen} \\ &= 13,5 \text{ m}^3 / 4,3 \text{ m}^3 = 3,4 \text{ kompartemen} = 4 \text{ kompartemen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume desain} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{kedalaman} \times \text{jumlah kompartemen} \\ &= 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 4 = 15,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek } \textit{organic loading rate} &= \frac{\text{Debit} \times \text{konsentrasi COD}}{\text{Volume desain}} = \frac{1,35 \times 235 \frac{\text{kg}}{1000\text{L}}}{15,6 \text{ m}^3} \\ &= 0,33 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari} \rightarrow \text{memenuhi kriteria } (0,22 - 3) \end{aligned}$$

Panjang total kompartemen *Anaerobic Baffled Reactor*

$$\text{Panjang} = 1 \text{ m} \times 4 \text{ kompartemen} = 4 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = 1,5 \text{ meter}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m} + 0,3 \text{ m} = 2,3 \text{ m}$$

### **Perhitungan Dimensi Bak Pengendap (*Settler*) *Anaerobic Baffle Reactor***

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu detensi pada Bak Pengendap} = 2 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Ruang Lumpur} &= (\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{ef}}) / 1000 \times \text{debit puncak air limbah} \\ &= (142 \text{ mg/l} - 83 \text{ mg/l}) / 1000 \times 32 \text{ m}^3/\text{hari} \times 24 / 30 = 5,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air limbah} &= \text{debit air limbah} \times \text{waktu detensi bak pengendap} \\ &= 32 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam/hari} \times 2 \text{ jam} \\ &= 4,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Volume} &= \text{Volume ruang lumpur} + \text{Volume air limbah} \\ &= 5,28 \text{ m}^3 + 4,1 \text{ m}^3 \\ &= 9,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Volume} / \text{Kedalaman} / \text{Lebar} \\ &= 9,38 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} / 1,5 \text{ m} = 3 \text{ m} \end{aligned}$$

### LAMPIRAN 3

#### RENCANA ANGGARAN BIAYA IPAL ABR PELAYANAN 75 KK

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembongkaran paving yang tidak digunakan kembali	m2	16.20	3,180	51,516.00
2	Galian tanah biasa	m <sup>2</sup>	36.45	94,500	3,444,525.00
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m3	36.45	33,800	1,232,010.00
4	Urugan pasir	m3	2.43	203,100	493,533.00
5	lantai kerja	m3	2.43	983,200	2,389,176.00
6	Pekerjaan kolom beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m3	0.49	6,004,779	2,918,322.59
7	Pekerjaan dinding beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m3	10.53	6,395,469	67,344,288.57
8	Pekerjaan plat beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m3	2.43	3,057,799	7,430,451.57
9	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m3	2.43	3,057,799	7,430,451.57
10	Pelapisan Waterproofing	m2	12.96	59,800	775,008.00
11	Pengurugan tanah dengan pemadatan	m3	4.05	55,500	224,775.00
	Total Pekerjaan IPAL				93,734,057.30

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	Pekerjaan Pembangunan IPAL Anaerobic Baffle Reactor	93,734,057.30
	Jumlah	93,734,057.30
	PPN 10%	9,373,405.73
	Jumlah Total	103,107,463.03
	Dibulatkan	<b>103,107,000.00</b>

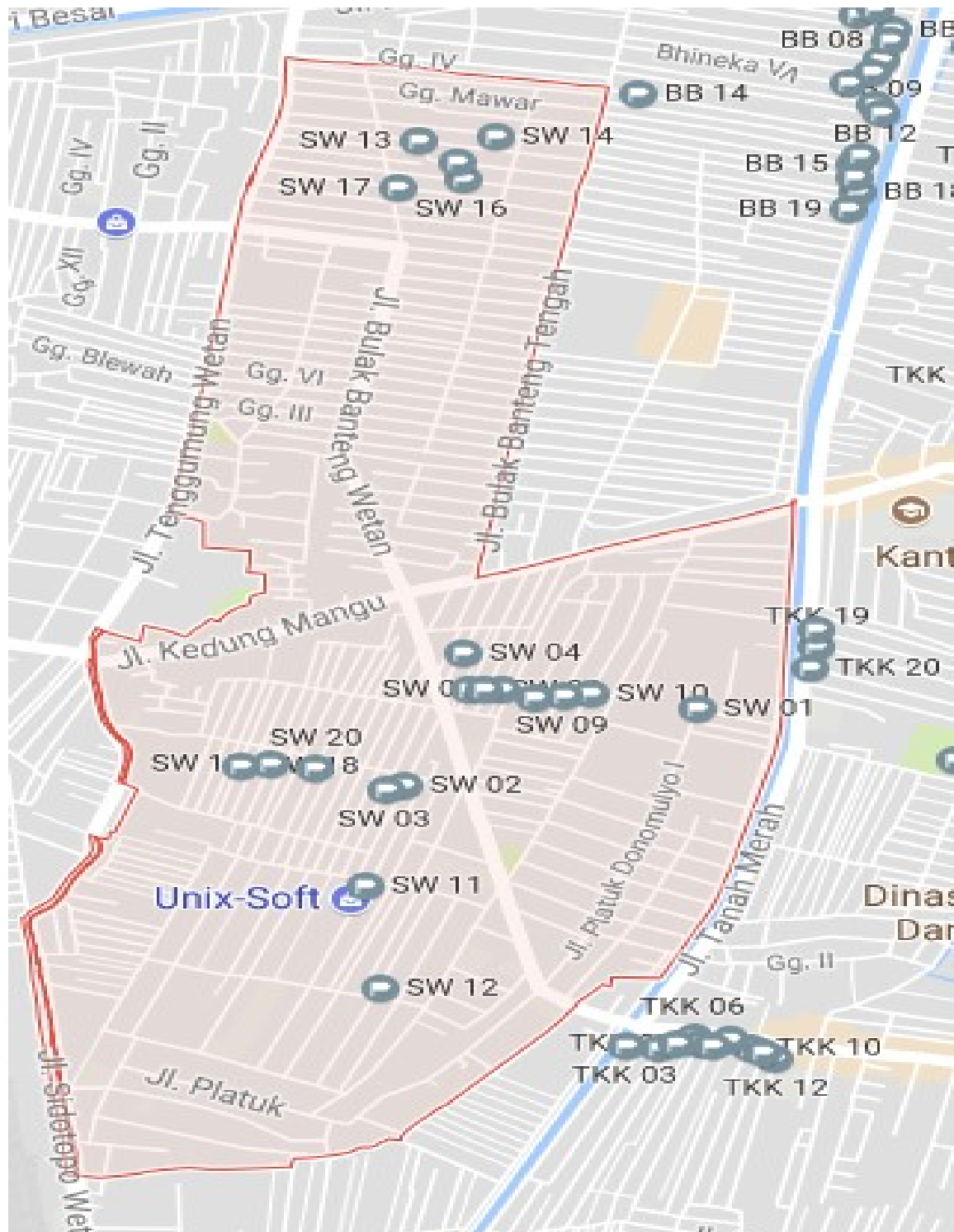
LAMPIRAN 4  
TITIK LOKASI RENCANA IPAL DI KELURAHAN BULAK BANTENG



## TITIK LOKASI RENCANA IPAL DI KELURAHAN TANAH KALI KEDINDING



# TITIK LOKASI RENCANA IPAL DI KELURAHAN SIDOTOPO WETAN



The map displays the Tambak Wedi area with various sampling points marked by blue and brown icons. The points are labeled as follows:

- BB 01 to BB 18:** Located along the western edge of the map, near the blue water body.
- TW 01 to TW 21:** Distributed across the central and eastern parts of the map.

Key roads and landmarks include:

- Jl. Tambak Wedi Barat:** A major road running vertically on the left side.
- Jl. Tambak Wedi Lama:** A road running diagonally from the top right towards the center.
- Jl. Kedung Cowek:** A road running vertically on the right side.
- Jl. Tol Suramadu:** A road running horizontally at the top right.
- Water bodies:** Represented by blue areas, primarily along the western and southern edges.
- Green spaces:** Represented by green areas, located in the southern and eastern parts of the map.



**LAMPIRAN 5**  
**TITIK KOORDINAT LOKASI PERENCANAAN IPAL KOMUNAL**

<b>No</b>	<b>Kelurahan Tambak Wedi</b>	<b>Titik Koordinat</b>
TW 01	di belakang kantor kelurahan Tambak Wedi, Tambak Wedi Lama	7°12'32.65"S 112°46'27.66"E
TW 02	Jalan Lingkungan, Tambak Wedi Rajawali	7°12'35.2"S 112°46'23.4"E
TW 03	Jalan lingkungan, Tambak Wedi Kutilang	7°12'37.0"S 112°46'25.5"E
TW 04	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Jaya III	7°12'41.0"S 112°46'29.8"E
TW 05	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Jaya I	7°12'38.3"S 112°46'27.0"E
TW 06	Lahan Kosong, Tambak Wedi Barat I	7°12'46.0"S 112°46'14.8"E
TW 07	Lahan Kosong, Tambak Wedi Barat II	7°12'47.0"S 112°46'15.2"E
TW 08	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat III	7°12'48.0"S 112°46'16.0"E
TW 09	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat IV	7°12'48.9"S 112°46'15.5"E
TW 10	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat V	7°12'49.9"S 112°46'15.6"E
TW 11	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Barat VII	7°12'51.6"S 112°46'15.5"E
TW 12	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru IX	7°12'54.3"S 112°46'25.9"E
TW 13	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru VIII	7°12'55.9"S 112°46'26.8"E
TW 14	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru XI	7°13'02.4"S 112°46'22.9"E
TW 15	Lahan Kosong, Tambak Wedi Baru XII	7°12'58.1"S 112°46'22.9"E
TW 16	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XIII	7°12'57.1"S 112°46'22.3"E
TW 17	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XIV	7°12'54.5"S 112°46'20.9"E
TW 18	Jalan depan persil rumah warga, Tambak Wedi Baru XVII	7°12'54.6"S 112°46'18.8"E
TW 19	Lahan kosong, Tambak Wedi Tengah VI	7°12'46.3"S 112°46'24.2"E
TW 20	Lahan Kosong, Tambak Wedi Tengah IV	7°12'49.0"S 112°46'21.2"E
TW 21	Jalan persil rumah warga, Tambak Wedi Suroso	7°12'36.1"S 112°46'20.7"E

Sumber : Hasil Analisa



**LAMPIRAN 5**  
**TITIK KOORDINAT LOKASI PERENCANAAN IPAL KOMUNAL**

<b>No</b>	<b>Kelurahan Bulak Banteng</b>	<b>Titik Koordinat</b>
BB 01	Jalan persil rumah warga, Dukuh Bulak Banteng	7°12'29.7"S 112°46'14.2"E
BB 02	Lahan kosong, bulak banteng lor 1	7°12'37.0"S 112°46'06.6"E
BB 03	Jalan depan rumah warga, Pratama Raya	7°12'38.3"S 112°46'10.9"E
BB 04	Jalan depan rumah warga, Garuda I,	7°12'40.8"S 112°46'03.6"E
BB 05	Jalan depan rumah warga, Bhinneka I	7°12'43.1"S 112°46'09.9"E
BB 06	Jalan depan rumah warga, Bhinneka II,	7°12'43.7"S 112°46'08.9"E
BB 07	Jalan depan rumah warga, Bhinneka III	7°12'44.7"S 112°46'10.8"E
BB 08	Jalan depan rumah warga, Bhinneka IV	7°12'45.5"S 112°46'10.6"E
BB 09	Jalan depan rumah warga, Suropati 8	7°12'46.8"S 112°46'10.2"E
BB 10	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 6	7°12'47.7"S 112°46'09.6"E
BB 11	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 7	7°12'48.6"S 112°46'08.5"E
BB 12	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 8	7°12'50.0"S 112°46'09.9"E
BB 13	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 9	7°12'50.7"S 112°46'10.1"E
BB 14	Jalan depan rumah warga, Bhinneka 10	7°12'49.3"S 112°45'57.4"E
BB 15	Jalan depan rumah warga, Suropati 5A	7°12'54.4"S 112°46'08.8"E
BB 16	Jalan depan rumah warga, Suropati 5B	7°12'53.7"S 112°46'09.1"E
BB 17	Jalan depan rumah warga, Suropati 5	7°12'55.3"S 112°46'08.8"E
BB 18	Jalan depan rumah warga, Suropati 4	7°12'56.3"S 112°46'08.9"E
BB 19	Jalan depan rumah warga, Suropati 3	7°12'57.6"S 112°46'08.4"E

Sumber : Hasil Analisa

**LAMPIRAN 5**  
**TITIK KOORDINAT LOKASI PERENCANAAN IPAL KOMUNAL**

<b>No</b>	<b>Kelurahan Sidotopo Wetan</b>	<b>Titik Koordinat</b>
SW 01	Diletakkan di lahan kosong, jl. Platuk Donomulyo	7°13'33.5"S 112°46'00.5"E
SW 02	Jalan depan rumah warga, Randu Barat I	7°13'38.9"S 112°45'45.3"E
SW 03	Lahan Kosong, Randu Barat II	7°13'39.2"S 112°45'44.3"E
SW 04	Lahan kosong, Randu Timur II	7°13'29.5"S 112°45'48.3"E
SW 05	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar I	7°13'32.1"S 112°45'48.7"E
SW 06	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar II	7°13'32.1"S 112°45'49.5"E
SW 07	Jalan depan rumah warga, Randu Timur Lebar III	7°13'32.1"S 112°45'50.3"E
SW 08	Jalan depan rumah warga, Randu Agung I	7°13'32.7"S 112°45'52.1"E
SW 09	Lahan kosong, Randu Agung II	7°13'32.6"S 112°45'53.6"E
SW 10	Lahan Kosong, Randu Agung III	7°13'32.3"S 112°45'55.0"E
SW 11	Lahan kosong, Sidotopo Wetan Baru IV	7°13'46.2"S 112°45'43.3"E
SW 12	Jalan depan rumah warga, Sidotopo Wetan Mulya II	7°13'53.5"S 112°45'44.0"E
SW 13	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Dahlia	7°12'52.7"S 112°45'46.1"E
SW 14	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Gading	7°12'52.3"S 112°45'50.1"E
SW 15	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Melati	7°12'54.2"S 112°45'48.0"E
SW 16	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Kenanga	7°12'55.5"S 112°45'48.3"E
SW 17	Jalan depan rumah warga, Bulak Banteng Baru Kemuning	7°12'56.0"S 112°45'44.9"E
SW 18	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 3	7°13'37.6"S 112°45'36.7"E
SW 19	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 5	7°13'37.4"S 112°45'38.3"E
SW 20	Jalan depan rumah warga, Kedung Mangu Selatan 7	7°13'37.7"S 112°45'40.7"E

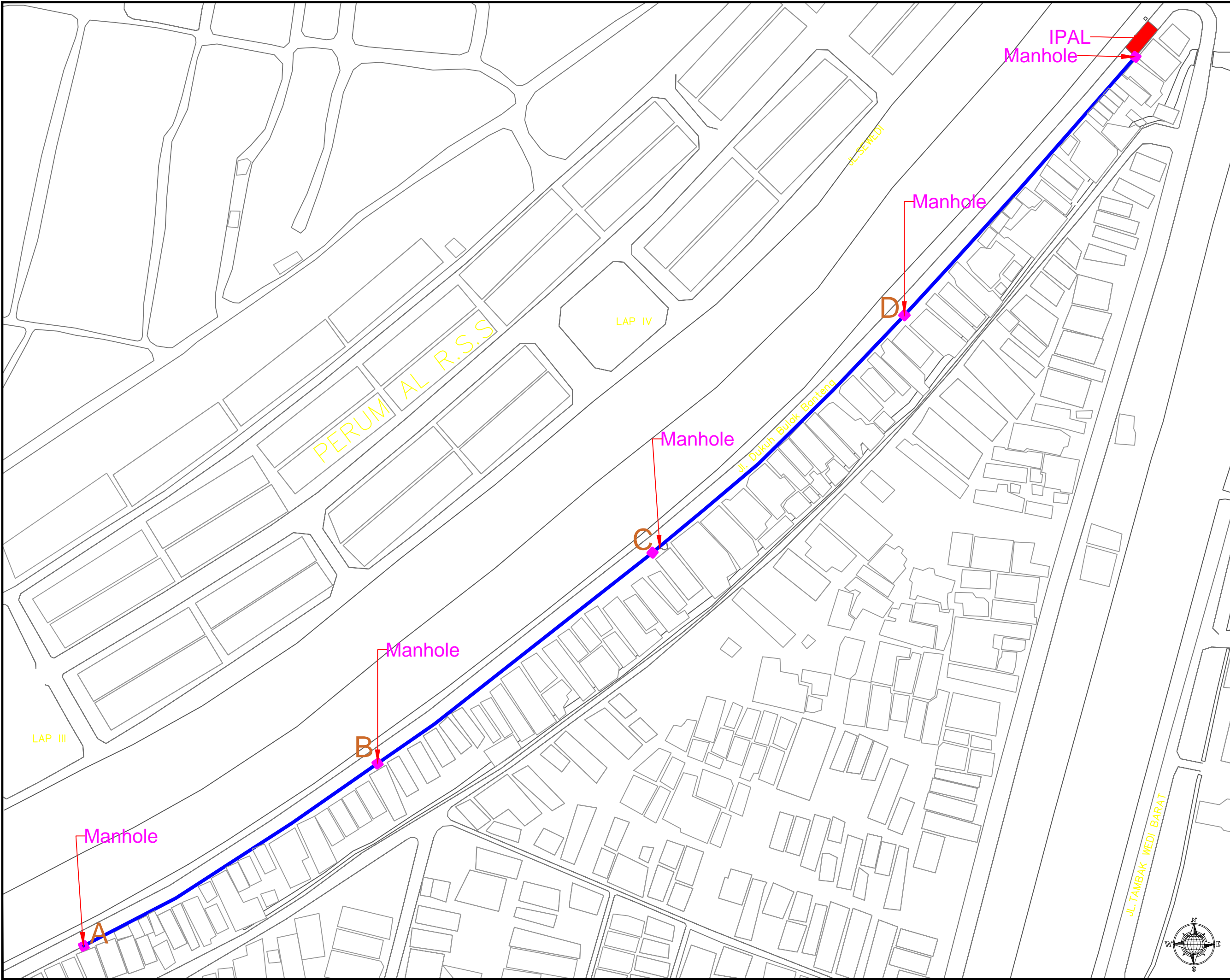
Sumber : Hasil Analisa

## LAMPIRAN 5

### TITIK KOORDINAT LOKASI PERENCANAAN IPAL KOMUNAL

No	Kelurahan Tanah Kalikedinding	Titik Koordinat
TKK 01	lahan kosong, Jl. Tanah Merah Indah	7°13'37.1"S 112°46'14.0"E
TKK 02	jalan depan rumah warga, Jl Pogot Jaya	7°13'57.7"S 112°45'56.8"E
TKK 03	jalan depan rumah warga, Pogot gang 1	7°13'57.7"S 112°45'56.8"E
TKK 04	jalan depan rumah warga, Pogot gang 2	7°13'57.8"S 112°45'58.5"E
TKK 05	jalan depan rumah warga, Pogot gang 3	7°13'57.5"S 112°45'59.5"E
TKK 06	jalan depan rumah warga, Pogot gang 4	7°13'57.0"S 112°46'00.4"E
TKK 07	jalan depan rumah warga, Pogot gang 5	7°13'57.5"S 112°46'00.7"E
TKK 08	jalan depan rumah warga, Pogot gang 6	7°13'57.7"S 112°46'01.4"E
TKK 09	jalan depan rumah warga, Pogot gang 7	7°13'57.2"S 112°46'02.2"E
TKK 10	jalan depan rumah warga, Pogot gang 8	7°13'57.8"S 112°46'03.4"E
TKK 11	jalan depan rumah warga, Pogot gang 9	7°13'58.2"S 112°46'04.0"E
TKK 12	jalan depan rumah warga, Pogot gang 10	7°13'58.6"S 112°46'04.6"E
TKK 13	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Dahlia	7°13'11.7"S 112°46'15.5"E
TKK 14	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Seruni	7°13'09.5"S 112°46'17.2"E
TKK 15	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Tanjung	7°13'08.4"S 112°46'18.5"E
TKK 16	Jalan depan rumah warga, Kedinding Lor Flamboyan	7°13'08.1"S 112°46'19.2"E
TKK 17	Jalan depan rumah warga, kedinding Lor Lamtana	7°13'07.9"S 112°46'20.5"E
TKK 18	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara IV	7°13'27.8"S 112°46'06.8"E
TKK 19	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara III	7°13'29.0"S 112°46'06.8"E
TKK 20	Jalan depan rumah warga, Tanah Merah Utara II	7°13'30.5"S 112°46'06.5"E

Sumber : Hasil Analisa



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan





Judul Tesis  
Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di  
Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Nama Mahasiswa  
Daniel Wicaksono  
(3315202001)

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

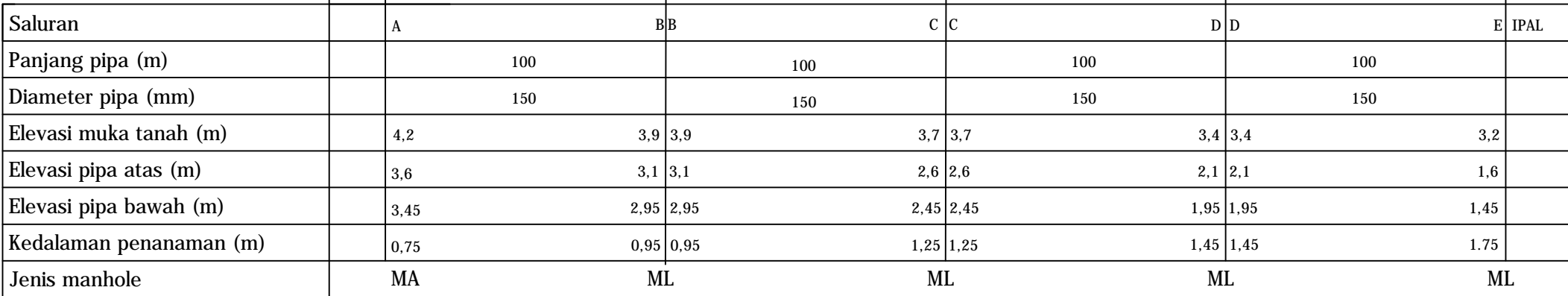
Judul Gambar  
Jaringan SPAL Dukuh  
Bulak Banteng

Keterangan

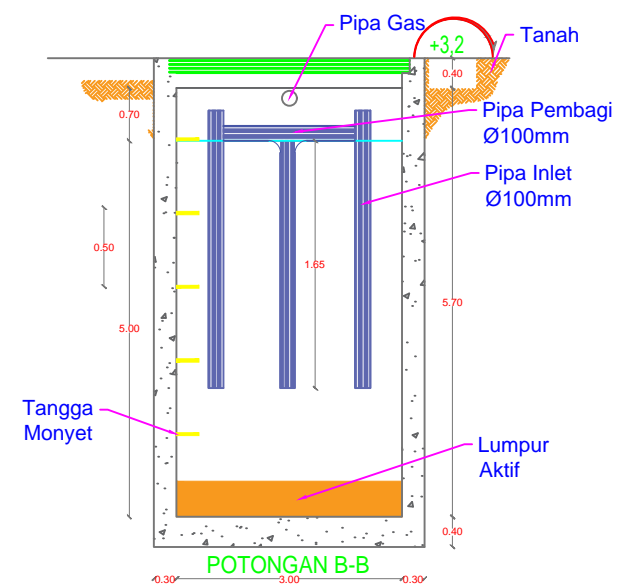
-  Permukiman Warga
-  Jalan Lingkungan
-  Lokasi IPAL Komunal
-  Jaringan Pipa

SKALA GAMBAR:  
1 : 1000

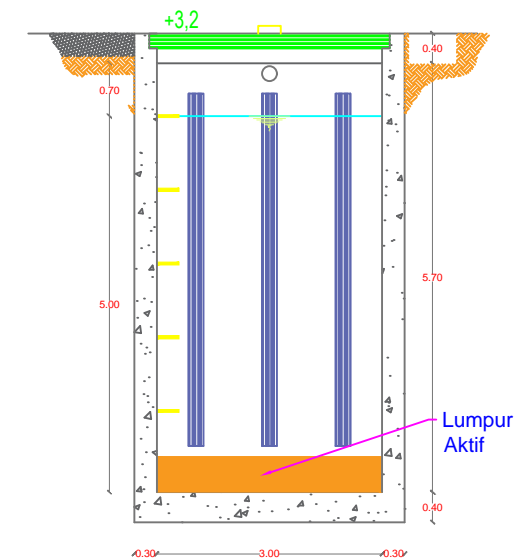
Lampiran 6



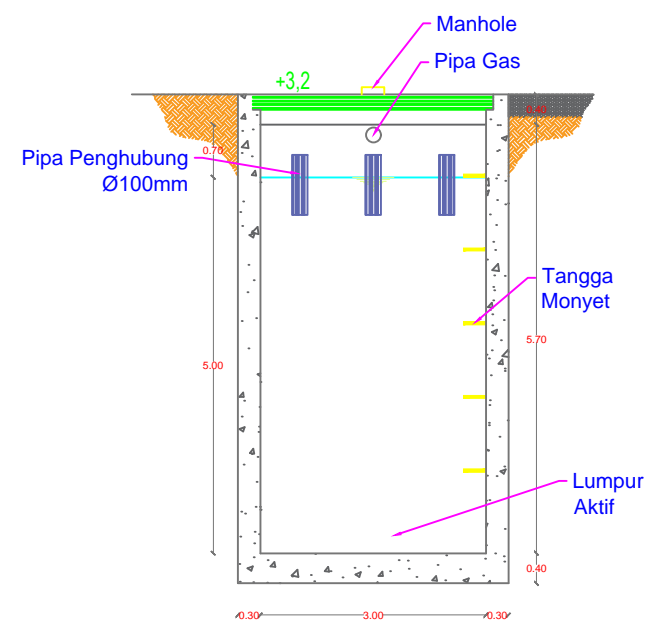




POTONGAN B-B



POTONGAN D-D



POTONGAN C-C

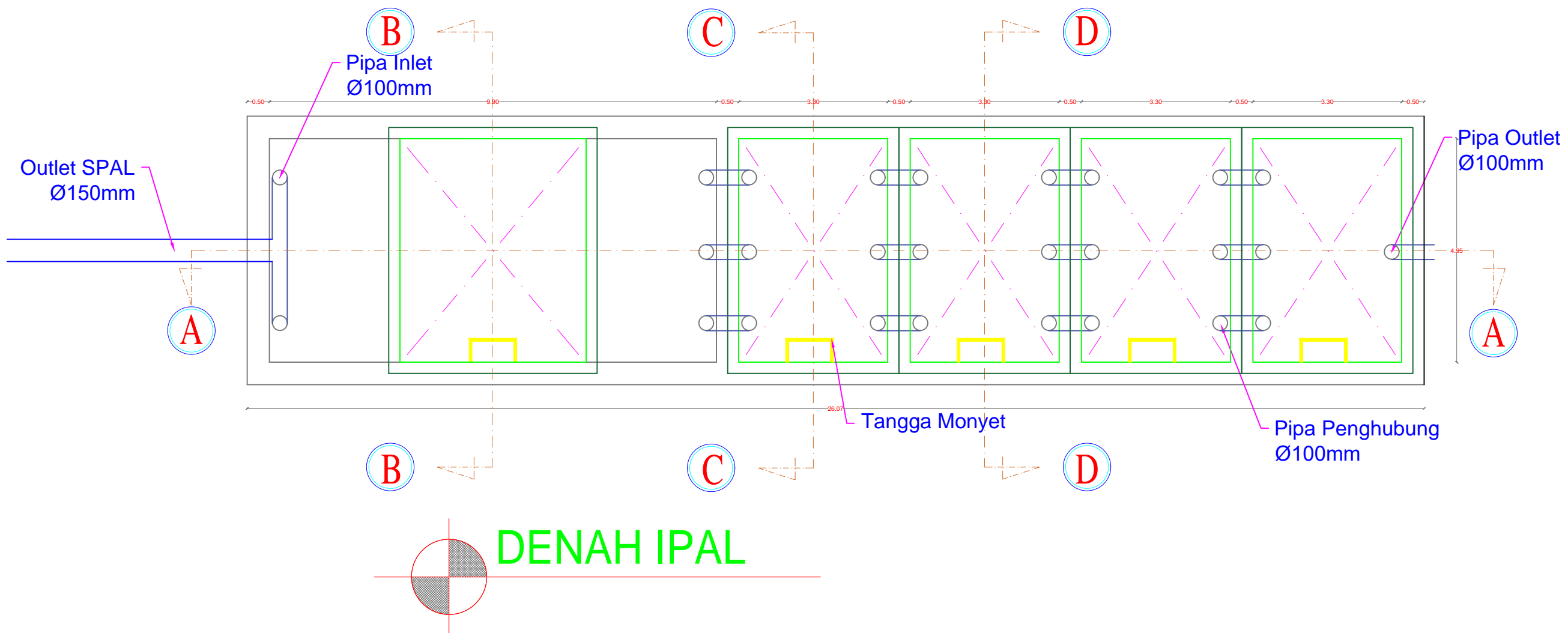
Judul Tesis
Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Keterangan
------------

\_\_\_\_\_

SKALA GAMBAR:	
1: 30	Lampiran 6







Judul Tesis

Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di  
Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Nama Mahasiswa

Daniel Wicaksono  
(3315202001)

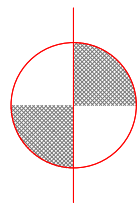
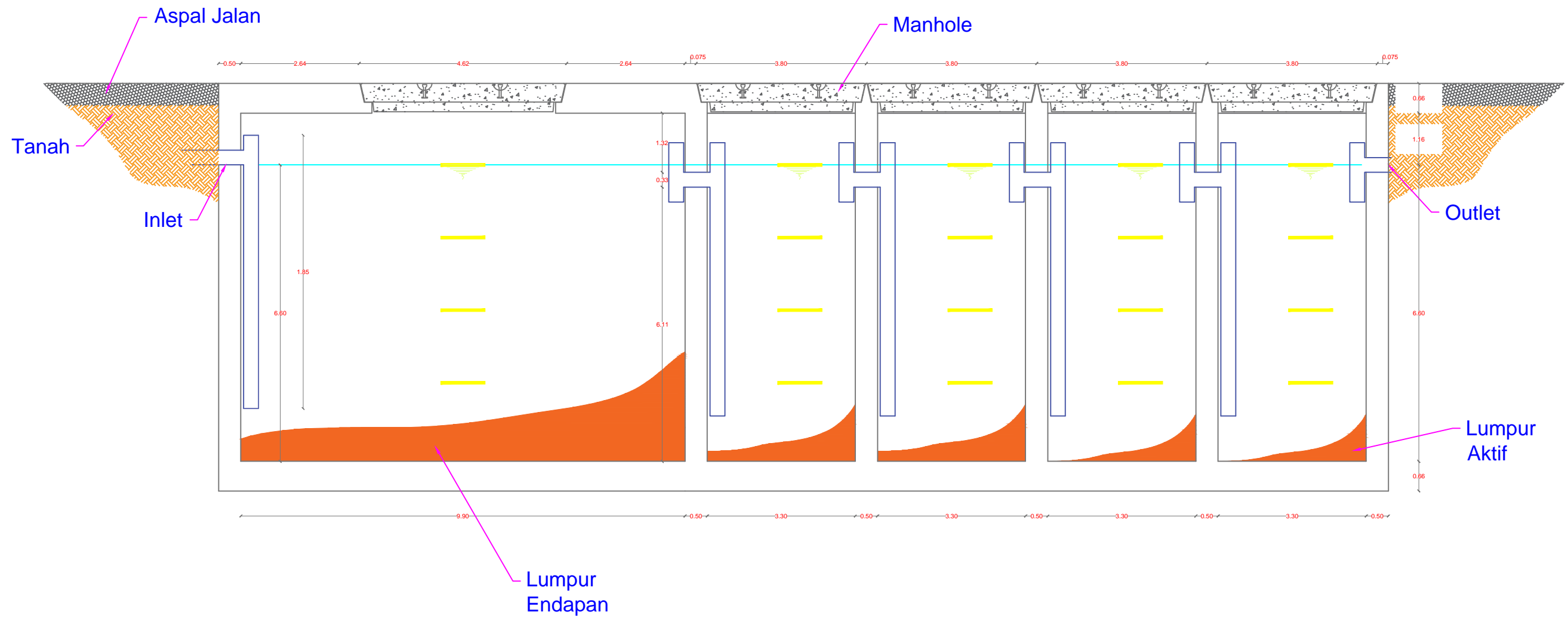
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Judul Gambar

Potongan A-A IPAL ABR  
75 KK

Keterangan

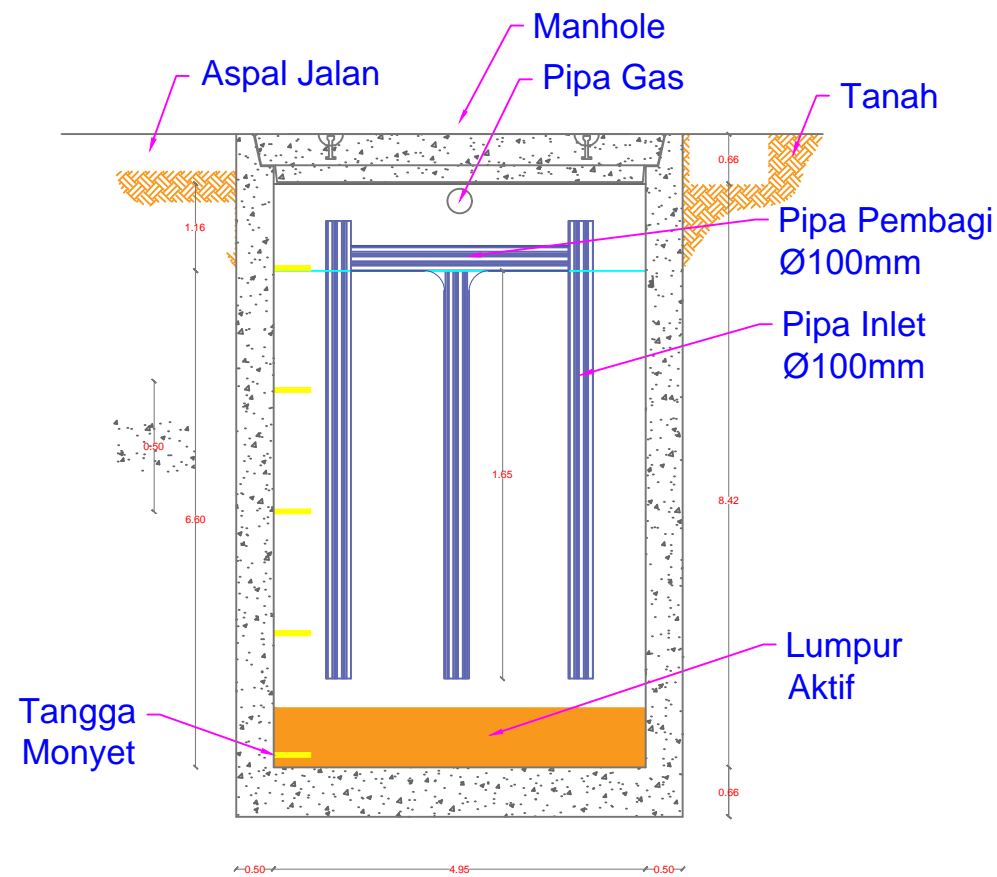


## POTONGAN A-A

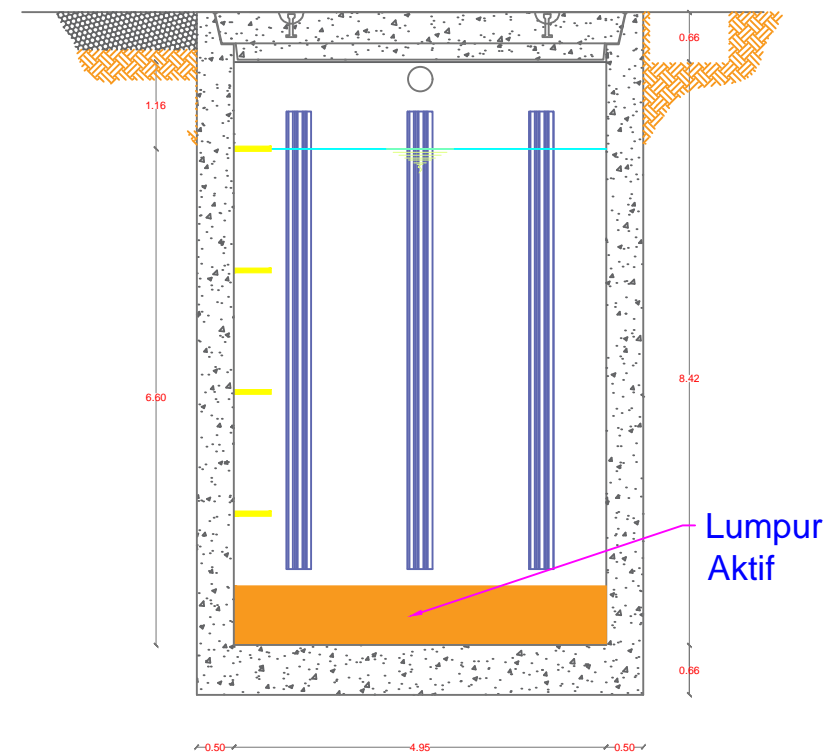
SKALA GAMBAR:

1 : 30

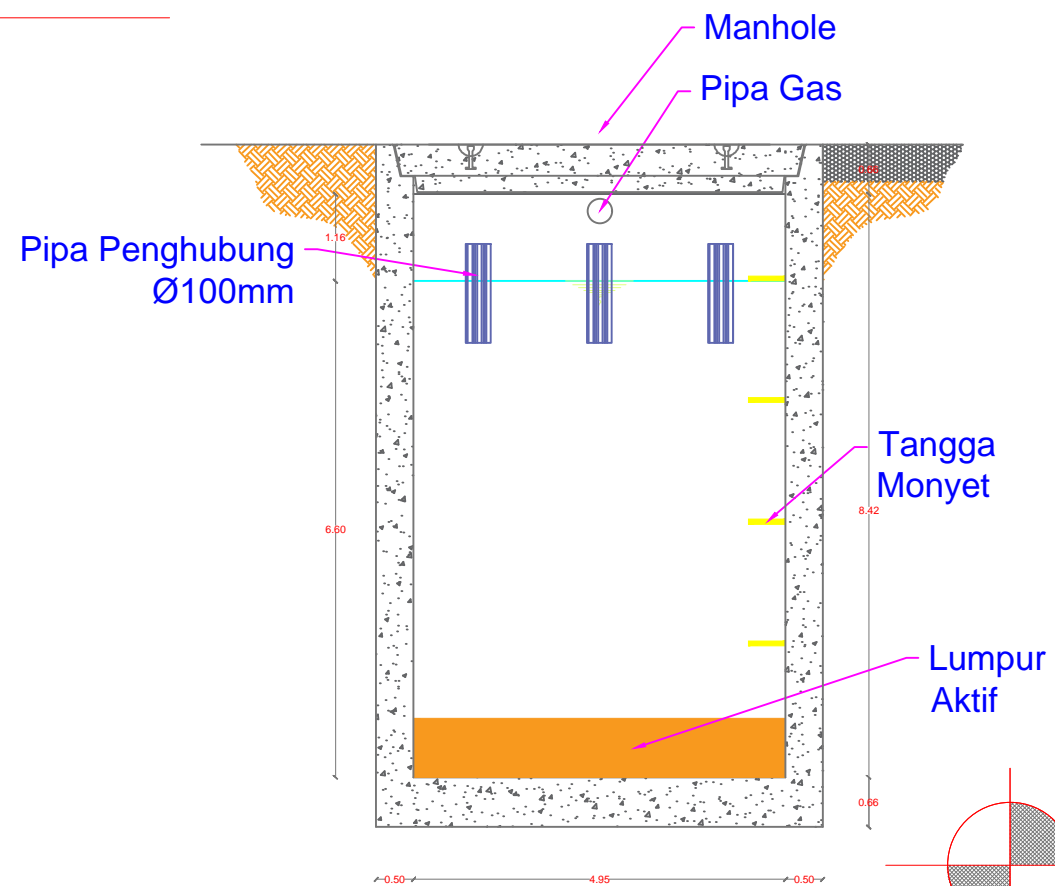
Lampiran 6



POTONGAN B-B



POTONGAN D-D



POTONGAN C-C

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di  
Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Nama Mahasiswa

Daniel Wicaksono  
(3315202001)

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Judul Gambar

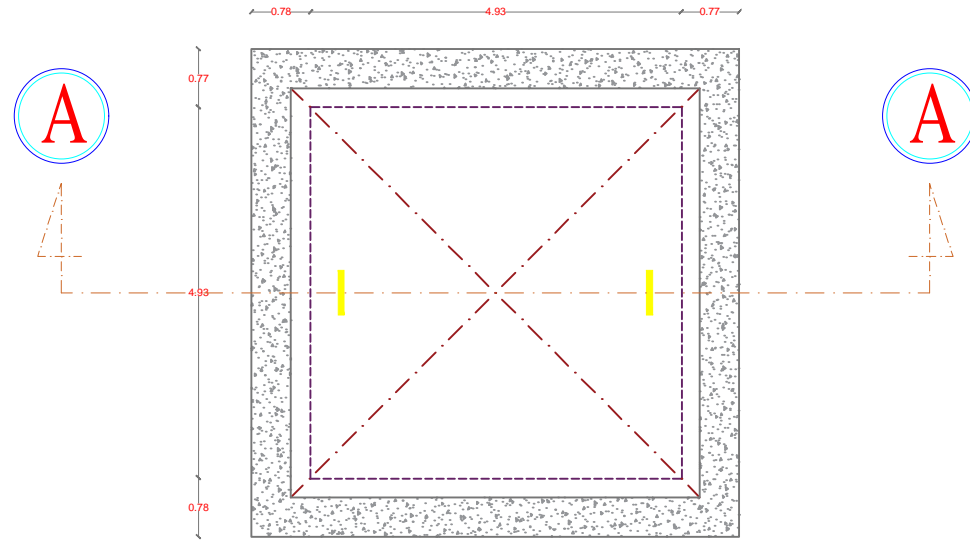
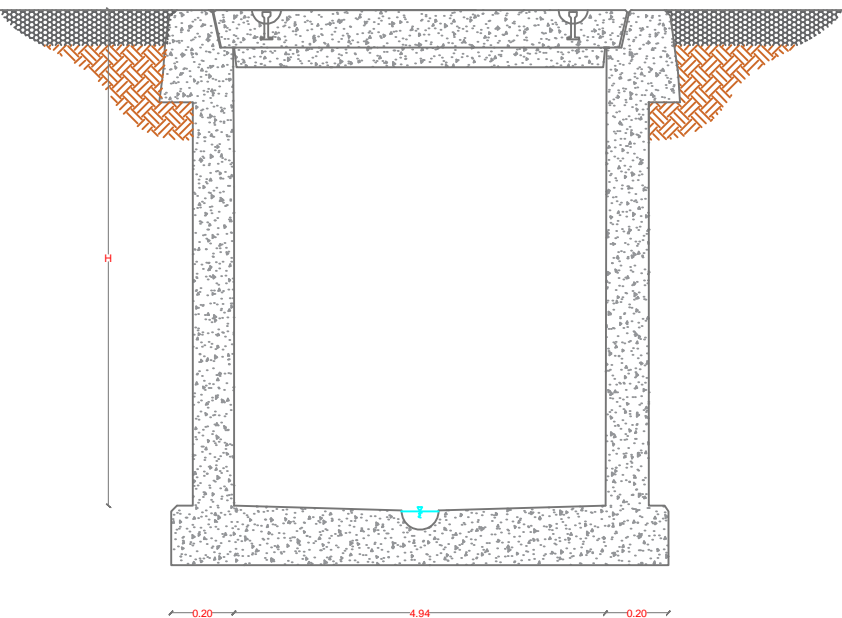
Potongan IPAL ABR 75  
KK

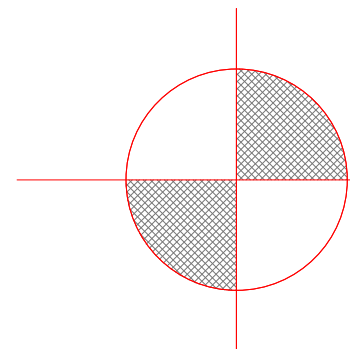
Keterangan

SKALA GAMBAR:

1 : 30

Lampiran 6





# DENAH MANHOLE

## Skala 1 : 25

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di  
Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya

Nama Mahasiswa

Daniel Wicaksono  
(3315202001)

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Judul Gambar

DENAH MANHOLE

Keterangan









SKALA GAMBAR:

1 : 25

Lampiran 6

## LAMPIRAN 7

### DOKUMENTASI LOKASI

KELURAHAN BULAK BANTENG	
	
Jl. Suropati 4 Bulak Banteng (BB 18)	Jl. Dukuh Bulak Banteng (BB 02)
	
Jl. Garuda 1 Bulak Banteng (BB 05)	Jl. Bhinneka I Bulak Banteng (BB 06 )
	
Jl. Bhinneka II Bulak Banteng (BB 07 )	Jl. Pratama Raya Bulak Banteng (BB 03 )
	
Jl. Bhinneka 6 Bulak Banteng (BB 10)	Jl. Bhinneka 4 Bulak Banteng (BB 08)





Jl. Suropati 8 Bulak Banteng  
(BB 09)



Jl Bhinneka 7 Bulak Banteng  
(BB 11)



Jl. Bhinneka 8 Bulak Banteng (BB 12 )



Jl. Bhinneka 9 Bulak Banteng (BB13)



Jl.Bhinneka 10 Bulak Banteng (BB 14)



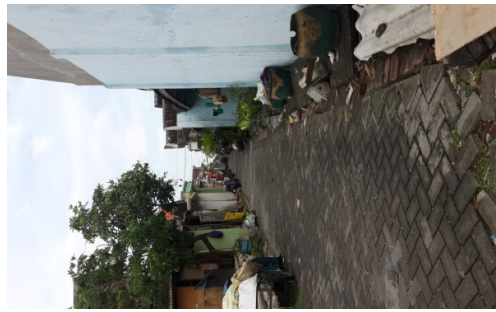
Jl. Suropati 5 A Bulak Banteng  
(BB 15)



Jl. Dukuh Bulak Banteng (BB 01)



Jl. Suropati 3 Bulak Banteng  
(BB 19 )



Jl. Suropati 5B Bulak Banteng (BB 16)



Jl. Suropati 5 Bulak Banteng (BB 17)

### KELURAHAN TAMBAK WEDI



Jl. Tambak Wedi Lama, Belakang Kantor Kelurahan Tambak Wedi (TW 01)



Jl. Tambak Wedi Suroso (TW 21)



Jl. Tambak Wedi Rajawali (TW 02)



Jl. Tambak Wedi Kutilang (TW 03)



Jl. Tambak Wedi Baru XIII (TW 16)



Jl. Tambak Wedi Tengah VI (TW 19)





Jl. Tambak Wedi Lama (TW 01)



Jl Tambak Wedi Tengah IV )TW 20)



Jl. Tambak Wedi Jaya III (TW 04)



Jl Tambak Wedi Jaya I (TW 05)



Jl. Tambak Wedi Baru IX (TW 12)



Jl. Tambak Wedi Baru XII (TW 15)



Jl.Tambak Wedi Baru XIII (TW 16)



Jl. Tambak Wedi Baru XVII (TW 18)



Jl. Tambak Wedi Barat VII (TW 11)



Jl. Tambak Wedi Barat V (TW 10)

### KELURAHAN SIDOTOPO WETAN



Jl. Platuk Donomulyo (SW 01)



Jl. Sidotopo Wetan Baru IV (SW 11)



Jl. Randu Agung III (SW 10)



Jl. Randu Barat I (SW 02)



Jl. Randu Agung II (SW 09)



Jl. Randu Agung I (SW 08)





Jl. Randu Barat II (SW 03)



Jl Bulak Banteng Baru Gading (SW 14)



Jl. Bulak Banteng Baru Dahlia (SW 13)



Jl Bulak Banteng Baru Kemuning (SW 17)



Jl Bulak Banteng Baru Melati (SW 15)



Jl. Sidotopo Wetan Mulya II (SW 12)



Jl. Randu Timur II (SW 04)



Jl Randu Timur Lebar I (SW 05)



Jl Randu Timur Lebar II (SW 06)



Jl Randu Timur Lebar III (SW 07)



Jl Bulak Banteng Baru Kenanga  
(SW 16)



Jl Kedung Mangu Selatan 3 (SW 18)



Jl Kedung Mangu Selatan 5 (SW 19)



Jl Kedung Mangu Selatan 7 (SW 20)



## KELURAHAN TANAH KALI KEDINDING



Jl. Tanah Merah Indah (TKK 01)



Jl. Pogot 1 (TKK 03)



Jl. Tanah Merah Utara II ( TKK 20)



Jl. Pogot 2 (TKK 04)



Jl. Pogot 3 (TKK 05)







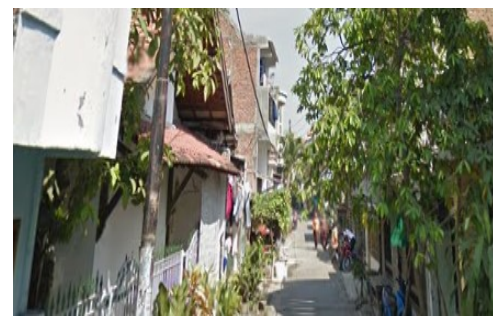
Jl. Pogot 4 (TKK 06)



Jl. Pogot 5 (TKK 07)



Jl Pogot Jaya (TKK 02)

 <p>Jl. Kedinding Lor Dahlia (TKK 13)</p>	 <p>Jl. Kedinding Lor Seruni (TKK 14)</p>
 <p>Jl. Kedinding Lor Flamboyan (TKK 16)</p>	 <p>Jl. Kedinding Lor Tanjung (TKK15)</p>
 <p>Jl. Kedinding Lor Lamtana (TKK 17)</p>	 <p>Jl. Tanah Merah Utara III (TKK19)</p>
 <p>Jl. Tanah Merah Utara IV (TKK 18)</p>	 <p>Jl. Pogot Jaya 6 (TKK 08)</p>